

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-218797
(P2002-218797A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
H 0 2 P 9/04		H 0 2 P 9/04	L 3 D 0 3 7
B 6 0 K 25/06		B 6 0 K 25/06	5 H 5 9 0
H 0 2 P 9/14		H 0 2 P 9/14	G

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-179881(P2001-179881)
(22) 出願日 平成13年6月14日 (2001.6.14)
(31) 優先権主張番号 特願2000-349483(P2000-349483)
(32) 優先日 平成12年11月16日 (2000.11.16)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72) 発明者 前田 智治
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
(72) 発明者 中尾 初男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣 (外1名)

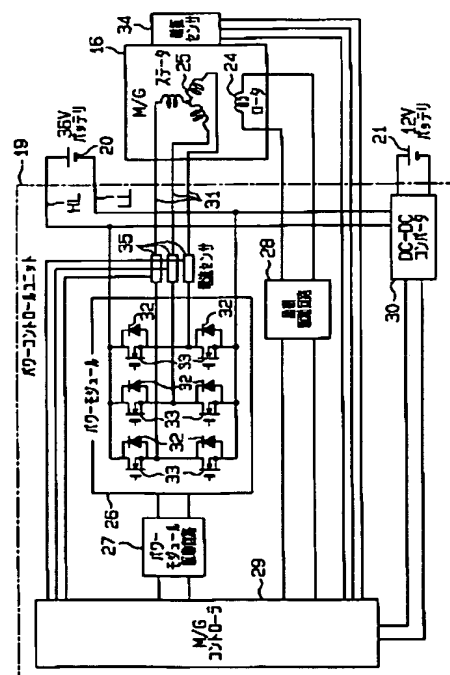
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機関駆動式発電装置

(57) 【要約】

【課題】 より効果的に運用可能な機関駆動式発電装置を提供する。

【解決手段】 機関駆動式発電装置は、内燃機関に駆動連結されるM/G 16と、並列接続されたスイッチング素子33及び整流素子32を介して電源ラインHL、LLとM/G 16の出力線34とを結線した整流器回路であるパワーモジュール26と、M/G 16のロータ位置を検知する磁極センサ34とを備える。M/Gコントローラ29は、ロータ位置の検知結果に応じてスイッチング素子33の位相制御を通じて交流-直流変換を行う制御整流モードと、スイッチング素子33をオフした状態に保持し、整流素子32の整流作用によって交流-直流変換を行う非制御整流モードとを、状況に応じて切り替えて発電運転を行わせる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関に駆動連結される交流回転電気機と、並列接続されたスイッチング素子及び整流素子を介して直流電気回路と前記交流回転電気機の出力線とを結線した整流器回路とを備え、発電された交流電気を交流―直流変換して前記直流電気回路に給電する機関駆動式発電装置において、

前記交流回転電気機の回転位置を検知する位置検知手段を備えるとともに、

その位置検知手段の検知結果に応じた前記スイッチング素子のオン／オフ操作の位相制御を通じて前記交流―直流変換を行う第1の整流モードと、前記スイッチング素子をオフした状態に保持し、前記整流素子の整流作用によって前記交流―直流変換を行う第2の整流モードとを切り替える切替制御手段を備える機関駆動式発電装置。

【請求項2】前記切替制御手段は、前記第1及び第2の整流モードを前記交流回転電気機の発電状態に応じて切り替えるものである請求項1に記載の機関駆動式発電装置。

【請求項3】前記発電状態は、前記交流回転電気機の回転速度である請求項2に記載の機関駆動式発電装置。

【請求項4】前記切替制御手段は、前記回転位置の検知結果に応じた前記スイッチング素子のオン／オフ操作の機能に障害が発生したときには、前記第2の整流モードを前記第1の整流モードに代えて選択するものである請求項1～3のいずれかに記載の機関駆動式発電装置。

【請求項5】請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、

前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、

前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短絡検出手段による相間短絡の検出態様を、前記障害の発生時以外のときの検出態様から変更する検出態様変更手段と、を更に備える機関駆動式発電装置。

【請求項6】請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、

前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、

前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短絡検出手段による相間短絡の検出条件を、前記障害の発生時以外のときの検出条件から変更する検出条件変更手段と、を更に備える機関駆動式発電装置。

【請求項7】請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、

前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、

前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短

絡検出手段による相間短絡の検出を禁止する検出禁止手段と、を更に備える機関駆動式発電装置。

【請求項8】前記切替制御手段は、前記位置検知手段に異常有りと判定されたときには、前記スイッチング素子の前記出力線側の電圧と前記直流電気回路側の電圧との高低関係の変化に応じて前記スイッチング素子をオン／オフ操作して前記交流―直流変換を行う第3の整流モードを前記第1の整流モードに代えて選択するものである請求項1～7のいずれかに記載の機関駆動式発電装置。

【請求項9】前記交流回転電気機は、巻線界磁式の交流回転電気機である請求項1～8のいずれかに記載の機関駆動式発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関に駆動連結された交流回転電気機によって発電を行う機関駆動式発電装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車の発電装置として、伝動ベルト等を通じて駆動連結された内燃機関によって駆動される三相交流回転電気機と、それにより発電された三相交流電気を三相全波整流して直流変換する整流器回路とを備える装置が知られている。従来、こうした車載用の機関駆動式発電装置は、巻線界磁式の三相交流回転電気機を使用して、その励磁コイルの印加電圧によって発電量を調整するようにしている。そして整流器回路には、ダイオードのような整流素子のみを用いた簡易な構成が用いられている。

【0003】車載用の機関駆動式発電装置では、内燃機関の使用回転域が広く、それに伴い交流回転電気機の回転速度も大きく変動することとなる。上記のような発電装置では、その発電能力が交流回転電気機の回転速度に依存し、低回転速度域では十分な発電能力を発揮できないことがある。

【0004】そこで、例えば特開昭63-87137号公報にみられるように、トランジスタのようなスイッチング素子を有して整流器回路を構成し、発電電圧が低くなる低回転域では、そのスイッチング素子を繰り返し断続的に遮断してサージ電圧を生じさせ、発電電気を昇圧して直流電気回路に給電するチョッピング制御を行う機関駆動式発電装置が知られている。こうした機関駆動式発電装置では、低回転域での発電電圧の比較的低い交流回転電気機を用いながらも、発電電圧が低い内燃機関の低速運転時にもバッテリーへの蓄電に必要な電圧を確保することができる。ただし、チョッピング制御では、発電能力の向上にも限界があり、また細かな負荷変動に対して自由に発電量を制御することが困難であった。

【0005】また近年、例えばハイブリッド車両のように、三相交流回転電気機をモータジェネレータ(M/G)として使用する車両が実用されている。こうした車

両では、三相交流回転電気機とバッテリーとを三相インバータ・コンバータ回路を介して接続するとともに、回転電気機のロータ位置を検知するセンサを備えるようにしている。三相インバータ・コンバータ回路は、M/Gの電動機運転時にはバッテリーに蓄電された直流電気を三相交流電気に変換して三相交流回転電気機に給電する三相インバータ回路として機能する。また、M/Gの発電機運転時には、センサによって検知されるロータ位置に応じて三相インバータ・コンバータ回路のスイッチング素子をオン/オフ操作を位相制御することで、発電された三相交流電気を直流変換して給電するようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】こうした機関駆動式発電装置では、スイッチング素子の位相制御を通じて細密に発電を制御でき、より広い運転領域で発電能力を高く保持することができる。ただし、そうしたスイッチング素子の位相制御の実施には、高度な制御が必要であり、制御系に高い処理能力が要求される。また、ロータ位置の検出のためのセンサやスイッチング素子のオン/オフ操作にかかる駆動回路等のように、発電運転に必要な構成要素が多く、発電装置の信頼性の確保も困難となっている。更に、場合によっては、スイッチング素子のオン/オフ操作に起因して発生する騒音が問題となることもある。

【0007】本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、より効果的な運用を行うことのできる機関駆動式発電装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

（請求項1）請求項1に記載の発明は、内燃機関に駆動連結される交流回転電気機と、並列接続されたスイッチング素子及び整流素子を介して直流電気回路と前記交流回転電気機の出力線とを結線した整流器回路とを備え、発電された交流電気を交流-直流変換して前記直流電気回路に給電する機関駆動式発電装置において、前記交流回転電気機の回転位置を検知する位置検知手段を備えるとともに、その位置検知手段の検知結果に応じた前記スイッチング素子の位相制御を通じて前記交流-直流変換を行う第1の整流モードと、前記スイッチング素子をオフした状態に保持して、前記整流素子の整流作用によって前記交流-直流変換を行う第2の整流モードとを切り替える切替制御手段を備えるようにしたものである。

【0009】上記構成では、第1の整流モードと第2の整流モードとのいずれかを選択して発電運転を行うことができる。このため、特性の異なる2つの整流モードを、交流回転電気機の発電状態に応じて使い分けたり、あるいはいずれかの整流モードでの発電運転が不能となったときに他方の整流モードで発電運転を継続したりするなど、状況に応じて2つの整流モードを切り替えつつ

発電運転を行うことができる。したがって、機関駆動式発電装置をより効果的に運用することができる。

【0010】（請求項2）請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の機関駆動式発電装置において、前記切替制御手段を、前記第1及び第2の整流モードを前記交流回転電気機の発電状態に応じて切り替えるようにしたものである。

【0011】上記構成では、例えば発電電圧や発電電流（実効値）やその回転速度等によって把握される交流回転電気機の発電状態に応じて、より好ましい側の整流モードを用いて交流-直流変換を行って発電電気を給電することができるようになる。これにより、交流回転電気機の発電状態の変化に拘わらず、好適に給電を行うことができる。

【0012】また、単一の整流態様で交流回転電気機の全使用領域での発電効率を高く保持することは困難であるが、上記構成のように交流回転電気機の使用領域毎に各整流モードを使い分けるようにすれば、各整流モードにかかる電気回路構成等を特定の使用領域のみに特化させるように構築することができる。このため、幅広い使用領域での発電能力を容易に確保できるようにもなる。

【0013】（請求項3）請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の機関駆動式発電装置において、前記発電状態を、前記交流回転電気機の回転速度としたものである。

【0014】上記構成によれば、交流回転電気機の回転速度によって、その発電状態を的確に把握して整流モードを切り替えることができる。なお、交流回転電気機が内燃機関に連動して回転される構成においては、内燃機関の回転速度によって交流回転電気機の回転速度がほぼ一義的に決定されるため、内燃機関の回転速度を交流回転電気機の回転速度の代用値として用いても、同様に上記構成の具現が可能である。

【0015】（請求項4）請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の機関駆動式発電装置において、前記切替制御手段を、前記回転位置の検知結果に応じた前記スイッチング素子のオン/オフ操作の機能に障害が発生したときには、前記第2の整流モードを前記第1の整流モードに代えて選択するようにしたものである。

【0016】上記第1の整流モードでの発電運転には、位置検知手段やスイッチング素子、或いは同素子のオン/オフ操作にかかる駆動回路等の多数の要素が介在し、それらのいずれかに異常が発生すれば、同第1の整流モードでの発電運転は不能となる。ただしその場合であれ、整流素子の整流作用のみによって交流-直流変換が行われる第2の整流モードでの発電運転は行うことができる。

【0017】その点、上記構成では、回転位置の検知結果に応じたスイッチング素子のオン/オフ操作の機能、

すなわち位置検知手段による回転位置の検知機能やスイッチング素子をオン／オフ操作する駆動回路の機能、あるいはスイッチング素子自体の機能に障害が発生したときには、第1の整流モードに代えて第2の整流モードでの発電運転を行うようにしている。したがって上記構成によれば、第1の整流モードでの発電運転に支障をきたすような異常が発生した場合であれ、発電運転を継続できるようになる。そして車両用の機関駆動式発電装置に上記構成を適用した場合には、異常発生時に車両や内燃機関への電力供給をより長期に亘り継続可能となり、異常発生時の緊急避難走行を拡大することができる。

【0018】（請求項5）請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短絡検出手段による相間短絡の検出態様を、前記障害の発生時以外のときの検出態様から変更する検出態様変更手段と、を更に備えるようにしたものである。

【0019】交流回転電気機に発生し得る障害の1つに、相間短絡がある。相間短絡の発生の有無は、機関駆動式発電装置の運転状態を監視することで検出することができる。ところがスイッチング機能の障害発生時には、本来は第1の整流モードが選択されるべき状況においても第2の整流モードが選択される。これにより、障害の発生時とそれ以外のときは発電装置の運転状態が変化して、相間短絡発生時の発電装置の様相も障害の発生の有無に応じて変化することとなる。よって、障害の発生時には、障害の無いときと同一の検出態様では、適切に相間短絡を検出することができなくなってしまう。

【0020】その点、上記構成では、上記スイッチング機能の障害発生に応じて第1の整流モードに代えて第2の整流モードが選択されるときには相間短絡の検出態様に変更されるため、障害発生時の退避処理の実施による発電装置の運転状態の変化に拘わらず、相間短絡の誤検出を好適に回避できる。

【0021】（請求項6）請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短絡検出手段による相間短絡の検出条件を、前記障害の発生時以外のときの検出条件から変更する検出条件変更手段と、を更に備えるものである。

【0022】上記構成では、上記スイッチング機能の障害発生に応じて第1の整流モードに代えて第2の整流モードが選択されるときには相間短絡の検出条件が変更されるため、障害発生時の退避処理の実施による発電装置

の運転状態の変化に拘わらず、好適に検出を継続することができる。

【0023】（請求項7）請求項7に記載の発明は、請求項4に記載の機関駆動式発電装置において、前記第2の整流モードの選択時に前記交流回転電気機の相間短絡を検出する短絡検出手段と、前記障害の発生により前記第1の整流モードに代えて前記第2の整流モードが選択されているときには、前記短絡検出手段による相間短絡の検出を禁止する検出禁止手段と、を更に備えるものである。

【0024】上記構成では、スイッチング機能の障害発生時には、相間短絡の検出が禁止されるため、その誤検出を確実に回避することができる。ちなみに上記スイッチング機能の障害と相間短絡との別部位での2障害の同時発生は、確率的には、ほぼ有り得ないような希有な事態である。更にスイッチング機能障害の発生に応じて既に各種の障害への対応がなされていることもあって、相間短絡の検出を禁止しても余り大きな不都合はない。そこで上記障害の発生に応じて第2の整流モードを選択したときに相間短絡の検出を禁止して、誤検出を確実に回避した方が、場合によっては好都合となる。

【0025】（請求項8）請求項8に記載の発明は、請求項1～7のいずれかに記載の機関駆動式発電装置において、前記切替制御手段を、前記位置検知手段に異常有りと判定されたときには、前記スイッチング素子の前記出力線側の電圧と前記直流電気回路側の電圧との高低関係の変化に応じて前記スイッチング素子をオン／オフ操作して交流－直流変換を行う第3の整流モードを前記第1の整流モードに代えて選択するようにしたものである。

【0026】位置検知手段の異常によって交流回転電気機の回転位置を検知不能となったときにも、スイッチング素子の両端での電圧の高低関係の変化に基づいて同素子のオン／オフ操作を行うことで交流－直流変換を行うことができる。例えば、そのスイッチング素子が直流電気回路の高電位側に結線されている場合には、出力線側の電圧が直流電気回路の高電位側の電圧よりも高くなったときにその素子をオンし、そうでないときには同素子をオフするようにすれば、逆電流を生じさせずに直流電気回路に給電を行うことができる。このため、位置検出手段の異常発生時に上記第1の整流モードに代えて上記第3の整流モードで発電運転を行うようにすれば、発電運転を継続することはできる。

【0027】なお、上記位置検出手段の異常発生時には更に、第2の整流モードが本来選択されるべき領域においても、上記第3の整流モードでの発電運転を行うようにしても良い。この場合、スイッチング素子及び整流素子の双方を通して、交流回転電気機から直流電気回路へと電流が通電されるようになるため、整流素子のみを通じてそうした電流が通電される第2の整流モード時に比

して、整流器回路内の抵抗が低減される。このため、第1の整流モードでの発電運転が不能となったことによる発電能力の低下が抑制される。

【0028】（請求項9）請求項9に記載の発明は、請求項1～8のいずれかに記載の機関駆動式発電装置において、前記交流回転電気機を、巻線界磁式の交流回転電気機としたものである。

【0029】巻線界磁式の交流回転電気機を用いた場合、上記第2の整流モードあるいは第3の整流モードでも、励磁コイルの印加電圧によって発電量を調整可能であるため、より好適な態様で発電運転を行うことができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体化した一実施形態について、図1～図3を参照して詳細に説明する。

【0031】図1は、こうした車両の駆動系の構成を示している。同図に示すように、内燃機関（ENG）10は自動変速機（A/T）11に連結されており、その自動変速機11を通じて図示しない駆動輪へと動力を伝達するようになっている。

【0032】内燃機関10の周囲には、エアコンディショナ（A/C）用のコンプレッサ13、パワーステアリング（P/S）ポンプ14及びウォーターポンプ（W/P）15等の各種補機類と、モータジェネレータ（M/G）16とが配置されている。

【0033】内燃機関10の出力軸であるクランクシャフト10aと、これら各補機類13～15及びM/G16とは、伝動ベルト17を通じて互いに駆動連結されている。またクランクシャフト10aと伝動ベルト17との間には電磁式のクラッチ18が介設されており、そのクラッチ18への通電の制御に応じてクランクシャフト10aと伝動ベルト17の間での動力伝達が断接されるようになっている。

【0034】M/G16は、パワーコントロールユニット19を介して高電圧（36V）及び低電圧（12V）の2つのバッテリー20、21に電気接続され、パワーコントロールユニット19によってその作動を制御されている。

【0035】続いて、同図1を参照して、この車両の制御システムの構成を説明する。同図に示すように、この車両の制御システムは、エンジンコントロールユニット（ECU）22を中心として構成されている。

【0036】ECU22は、内燃機関10の回転速度を検知するNEセンサ23を始めとして、内燃機関10や車両の状態を検知する各種センサ類の出力信号が入力されるようになっている。ECU22は、そうした各種センサ類の検知結果に基づいて内燃機関10の各種制御を行うとともに、上記クラッチ18への通電制御等も併せて行っている。また更にECU22は、パワーコントロールユニット19への指令信号の出力を通じて、M/G

16の作動制御も行っている。

【0037】またこの車両では、信号待ち等の車両の一時停止時に内燃機関10の作動を一時停止する制御を行っている。ECU22は、車両が一時停止状態にあることを検知すると、クラッチ18の接続を解除してクランクシャフト10aと伝動ベルト17との接続を遮断した後、内燃機関10を停止する。そしてECU22は、高電圧バッテリー20に蓄電された電力によってM/G16を電動機として稼働させ、その動力によって各補機13～15を作動させる。これにより、内燃機関10の停止中も、各補機13～15の作動が維持される。

【0038】またこうした内燃機関10の停止中に、Dレンジでブレーキペダルの踏み込みが解除される、或いはP、Nレンジからのシフト操作が行われると、ECU22はクラッチ18を接続し、M/G16によってクランクシャフト10aを回転させる。このときM/G16の動力は、そのクランクシャフト10aから自動変速機11等を通じて駆動輪に伝達され、車両の走行が開始される。

【0039】更に内燃機関10の回転速度が所定の回転速度に達すると、ファイアリングを開始して内燃機関10を再始動させる。すなわち本実施形態では、一時停止からの内燃機関10の再始動時には、M/G16がスタータモータとしての役割を果たすこととなる。そして、内燃機関10が安定して自立運転するようになると、M/G16の電動機としての稼働を停止し、内燃機関10の動力によって補機13～15を駆動する。またこのときM/G16は、内燃機関10の動力によって駆動され、発電機として機能する。

【0040】このようにM/G16は、高電圧バッテリー20からの電力供給によって動力を発生する電動機として、或いは伝動ベルト17からの動力伝達によって発電を行う発電機として機能するようになっている。続いて、こうしたM/G16の作動にかかる電氣的構成について、図2を併せ参照して更に詳細に説明する。

【0041】同図2に示すように、M/G16は、伝動ベルト17（図1）に駆動連結されたロータに巻線された励磁コイル24と、ステータに配設されたU相、V相、W相の電機子コイル25とを備える巻線界磁式の三相交流回転電気機として構成されている。またパワーコントロールユニット19は、パワーモジュール26、パワーモジュール駆動回路27、励磁駆動回路28、M/Gコントローラ29、DC-DCコンバータ30等を備えて構成されている。

【0042】M/G16のロータの励磁コイル24は、励磁駆動回路28によって給電される。また励磁コイル24への印加電圧も、この励磁駆動回路28によって調整される。

【0043】また、M/G16のステータに設けられた各相の電機子コイル25の出力線31は、パワーモジュ

ール26を介して、高電圧バッテリー20の高位側端子に接続された高位電源ラインHL及びその低位側端子に接続された低位電源ラインLLに接続されている。パワーモジュール26は、各出力線31と両電源ラインHL、LLとをそれぞれ、並列接続された整流素子32及びスイッチング素子33を介して結線した三相ブリッジ回路として構成されている。ここでは整流素子32としてダイオードを、スイッチング素子33として電解効果型トランジスタ(FET)をそれぞれ採用している。

【0044】こうしたパワーモジュール26は、M/G16を電動機として作動させるときには、高電圧バッテリー20に蓄電された電力を直流-交流変換して電機子コイル25に給電するインバータ回路として作動する。またパワーモジュール26は、M/G16を発電機として作動させるときには、発電によって電機子コイル25から出力される交流電気を交流-直流変換して高位及び低位電源ラインHL、LLに給電するコンバータ(整流器)回路として作動する。こうしたパワーモジュール26の作動にかかるスイッチング素子33のオン/オフ操作は、パワーモジュール駆動回路27によって操作されている。

【0045】また、高位電源ラインHL及び低位電源ラインLLは、DC-DCコンバータ30に接続されている。DC-DCコンバータ30は、両電源ラインHL、LLを通じて給電される高電圧(36V)を低電圧(12V)に降圧して、低電圧バッテリー21や各コントローラ等に給電している。

【0046】一方、M/Gコントローラ29には、M/G16のロータ位置を検知する磁極センサ34、及び各電機子コイル25の出力線31の電流を検知する電流センサ35に接続されている。そしてM/Gコントローラ29は、ECU22からの指令信号、及びこれらセンサ34、35の検知結果に基づいてパワーモジュール駆動回路27及び励磁駆動回路28の作動を制御する。

【0047】次に、以上のように構成された本実施形態において、M/G16を発電機として機能させるときの作動態様を、図3を併せ参照して説明する。内燃機関10の作動時には、伝動ベルト17を通じてM/G16に動力が伝達され、これによりM/G16のロータが回転する。このとき、励磁駆動回路28からの給電によってロータに設けられた励磁コイル24を励磁することで、各相の電機子コイル25に誘電起電力が発生し、発電が行われる。

【0048】本実施形態では、こうしてM/G16によって発電された交流電気を次の2つの整流モードのいずれかを用いて、交流-直流変換して高電圧バッテリー20等に給電するようにしている。そしてそれら整流モードをM/G16の発電状態に応じて切り替えることで、全使用領域に亘って発電能力を確保しながらも、制御系への負荷の増大や信頼性の低下を効果的に抑制するように

している。

【0049】<制御整流モード>制御整流モードでは、M/G16のロータ位置の検知結果に基づいたスイッチング素子33の位相制御によって交流-直流変換が行われる。すなわち、M/Gコントローラ29は、磁極センサ34によって検知されるM/G16のロータ位置に基づいてパワーモジュール駆動回路27に指令信号を出力する。またM/Gコントローラ29は、電流センサ35の検出結果に応じて各スイッチング素子33のオン/オフ操作を繰り返す行くとともに、そのオン期間及びオフ期間の比率を制御することで発電電流の調整も併せて行っている。

【0050】<非制御整流モード>非制御整流モードでは、パワーモジュール26の各スイッチング素子33を解放した状態に保持し、整流素子32の整流作用のみによって交流-直流変換を行わせる。

【0051】なお、以上の両整流モードのいずれにおいても、高電位電源ラインHLの電圧に応じて、励磁駆動回路28を通じて励磁コイル24への印加電圧を制御して、M/G16の発電電圧の調整が行われている。したがって、上記制御整流モードでは、上記のようなスイッチング素子33のオン/オフ期間の調整と併せて、より細密な発電量の制御が行われている。

【0052】そして本実施形態では、これら2つの整流モードを、図3に示すような態様で使い分けている。すなわち、M/G16の発電運転が正常に行われているときには(ステップ10:NO)、M/G16の回転速度に応じて両整流モードを切り替えている。ここではそのM/G16の回転速度を磁極センサ34の検知結果から求めている。そしてその回転速度が所定値 ϕ 以下のときには(ステップ20:NO)制御整流モードを用い(ステップ30)、所定値 ϕ を超えときには(ステップ20:YES)非制御整流モードを用いるようにしている(ステップ40)。

【0053】非制御整流モードでは、M/G16の発電能力がその回転速度に依存し、低回転速度域では、たとえ励磁コイル24への印加電圧を最大値に設定したとしても、十分な発電能力を確保できないことがある。また制御整流モードでは、スイッチング素子33のオン/オフ操作に伴い騒音が問題となることがある。本実施形態では、これらを考慮して上記所定値 ϕ が設定されており、非制御整流モードでの発電能力の不足が生じる回転速度域のみにおいて制御整流モードを用いることで、全使用領域での発電能力を確保しながらも、スイッチング素子33のオン/オフ操作に伴う騒音を可能な限り抑制するようにしている。

【0054】なお、磁極センサ34によるM/G16のロータ位置の検知機能や、パワーモジュール駆動回路27によるスイッチング素子33のオン/オフ操作機能等に異常が発生したときには、制御整流モードでの発電運

転を行えなくなる。ただしこの場合であれ、非制御整流モードでの発電運転を行うことはできる。このため、本実施形態では、スイッチング素子33、磁極センサ34、電流センサ35、パワーモジュール駆動回路27等に異常が発生し、制御整流モードでの発電運転が適切に行えないときには(ステップ10: YES)、M/G16の回転速度に拘わらず、発電運転にかかる構成がより簡易な非制御整流モードで発電運転を行うようにしている(ステップ40)。

【0055】なお、このような異常発生時には、M/G16の電動機としての運転は不能となるため、上述した内燃機関10の自動停止制御は禁止する。以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

【0056】(1) 本実施形態では、磁極センサ34によって検知されるM/G16の回転位置に応じてスイッチング素子33をオン/オフ操作することで交流-直流変換を行う制御整流モードと、スイッチング素子33をオフした状態に保持して整流素子32の整流作用によって交流-直流変換を行う非制御整流モードとを、交流回転電気機として構成されたM/G16の回転速度に応じて切り替えるようにしている。このため、M/G16の発電状態の変化に応じて、より好適な側の整流モードを選択して発電運転を行うことができるようになる。

【0057】(2) またこれにより、各整流モードを使用するM/G16の回転速度域がそれぞれ限定されるため、各整流モードでの発電運転にかかる素子や電気回路構成を、その使用領域のみに特化させるように構築することができるようになる。このため、幅広い使用領域で発電能力を高く保持することが容易に行える。

【0058】(3) 本実施形態では、交流回転電気機の回転速度に基づくことで、容易に発電状態に応じた適切な整流モードの切り替えを行うことができる。

(4) 本実施形態では、制御整流モードでの発電運転に支障をきたす異常が発生したときに、その制御整流モードに代えて非制御整流モードを用いて発電運転を継続している。このため、そうした異常発生時であれ、発電電気の供給を継続可能となり、ひいては異常発生時の車両の緊急避難走行距離を拡大できるようにもなる。

【0059】(5) 本実施形態では、M/G16に巻線界磁式の交流回転電気機を採用している。このため、非制御整流モードでの発電運転時にも、励磁コイル24への印加電圧によって発電量を調整可能となり、より好適な態様で発電運転を行うことができるようになる。

【0060】(第1実施形態の変形例) 上記実施形態では、制御整流モードでの発電運転に支障をきたすような異常が発生した場合、その制御整流モードに代えて非制御整流モードで発電運転を継続するようにしている。ただし、その異常が磁極センサ34によるロータ位置の検出機能についての不良に起因する場合、パワーモジュール26の各スイッチング素子33のオン/オフ操作は、

引き続き行うことができる。そこで、磁極センサ34の異常発生時には、次のような態様で発電運転を継続することもできる。

【0061】すなわち、そうした異常発生時には、磁極センサ34の検知結果に代えて、各相の出力線31の電圧と高位電源ラインHL或いは低位電源ラインLLの電圧との高低関係の変化に基づいてスイッチング素子33をオン/オフ操作し、交流-直流変換を行うことができる。

【0062】例えば、高位電源ラインHLの電圧(36V)に対して、出力線31の電圧が高いときに、それらの間に介設されたスイッチング素子33をオンし、出力線31の電圧が低いときに同素子33をオフする。このようにすれば、磁極センサ34の検知結果に基づかなくても、逆電流の発生を防ぎつつ、発電された交流電気を半波整流によって直流に変換して、高位電源ラインHLに給電可能となる。この場合においてもやはり、M/G16の電動機としての運転が不能となるため、上述した内燃機関10の自動停止制御は禁止することが望ましい。

【0063】ただし、こうした出力線31の電圧と高位電源ラインHLの電圧との高低関係の変化に応じたスイッチング素子33のオン/オフ操作による発電運転を行う場合には、そのスイッチング素子33として、例えばMOS-FETのように双方向に通電可能な、方向性の無い、或いは方向性の小さなスイッチング素子を用いることが望ましい。

【0064】なお、上記のような磁極センサ34の異常発生時には、全運転領域での発電運転を上記態様で行うようにしても良い。すなわち、本来、非制御整流モードが選択されるべき運転領域についても、各出力線31の電圧と電源ラインHL、LLの電圧との高低関係の変化に応じてスイッチング素子33をオン/オフ操作して発電運転を行うようにしても良い。この場合、スイッチング素子33及び整流素子32の双方を通して、電流が通電されるようになる。このため、整流素子32のみを通じてそうした電流が通電される非制御整流モード時に比べて、パワーモジュール26内での電力損失が低減され、制御整流モードでの発電運転が不能となったことによる発電能力の低下が抑制されるようになる。そしてひいては、異常発生時における車両の緊急避難走行の距離や時間を拡大できるようにもなる。

【0065】(第2実施形態) 続いて本発明を具体化した第2実施形態について、上記実施形態と異なる点を中心として、図4を併せ参照して説明する。

【0066】上記のような交流回転電気機に生じ得る障害の1つに、各相(各電機子コイル25)間の短絡(ショート)がある。そうした相間短絡が生じると、たとえ回転電気機の運転条件が同一であっても、各電機子コイル25から出力線31に出力される電流(3相電流)の

振幅は、短絡の無いときに比して小さくなる。よって出力線31を流れる3相電流の振幅（あるいはその最大値、最小値）を監視することで、上記相間短絡の発生の有無を検出することができる。

【0067】ところが第1実施形態のように、スイッチング素子33のオン／オフ機能の障害に応じて、制御整流モードの代わりに非制御整流モードでの発電運転を行う場合、そうした相間短絡を適切に検出できなくなることがある。これは、本来は制御整流モードが選択されるべき状況において、非制御整流モードが選択されることで、発電装置の運転状態が変化することに起因している。

【0068】例えば第1実施形態では、スイッチング機能の正常時には、回転電気機(M/G16)の回転速度に応じて切り替えられる整流モードが、機能障害の発生時には非制御整流モードに固定されることとなる。これにより、本来は制御整流モードが選択される回転速度域（第1実施形態では「 ϕ 」以下の回転速度領域）であれば、非制御整流モードでの発電運転が行われる。そうした本来の設定と異なる回転速度域では、非制御整流モードでの発電を満足に行うことが困難となり、回転電気機の運転状況によっては回転電気機の発電量が非常に小さくなることがある。そしてその結果、各電機子コイル25から出力される3相電流の振幅が相間短絡の検出判定レベルを下回り、実際には短絡が発生していないにも拘わらず、相間短絡が発生したとの誤った判定がなされることがある。

【0069】そこで本実施形態では、非制御整流モードの発電運転中にM/G16の相間短絡を検出するとともに、スイッチング機能の障害発生時とそれ以外のときとは、その検出条件を変更することで、いずれの状況下でも適切な検出を可能としている。

【0070】図4は、そうした本実施形態における整流モードの選択、及び相間短絡の検出条件の設定の態様を示している。同図4に示すように本実施形態においても、スイッチング機能の障害の無いときには(S110:「NO」)、M/G25の回転速度に応じて、制御整流モードと非制御整流モードとが切り替えられる。またここでも、M/G回転速度が「 ϕ 」以下の領域では制御整流モードが選択され、「 ϕ 」を上回る領域では非制御整流モードが選択されている(以上、S120、S140、S150)。

【0071】本実施形態では、以上のようにスイッチング機能に障害の無い状況で非制御整流モードが選択されたときには、以下の2つの検出条件が共に成立した場合に相間短絡が発生したと判断している。

(条件A) 励磁コイル24に流される電流(励磁電流)が所定値 α (例えば4.5A)以上である。

(条件B) M/G16の発電量が所定値以下である。より詳しくは、各電機子コイル25から出力線31に出

力される3相電流の最大値が所定値 β (例えば50A)以下であることをもって、発電量が所定値以下であると判断している。

【0072】M/Gコントローラ29は、非制御整流モードでは、M/G16の発電量が要求に満たないときには、励磁コイル24に流す励磁電流を増大することでその発電量を増大させる制御を行っている。よって、相間短絡の発生によって十分な発電が行えないときには、その励磁電流の値も自ずと大きくなる。すなわち上記条件Aが成立するようになる。

【0073】また上述のように本実施形態では、非制御整流モードにあつては、励磁コイル24に流される励磁電流の制御によって、M/G16の発電量を調整している。ここでそうした励磁電流が所定値以上であつて(条件Aの成立)、ある程度以上の発電要求があるにも拘わらず、M/G16の発電量が少なければ(条件Bの成立)、相間短絡が生じていると判断することができる。ちなみにここでは、M/G16の発電量の代表値として上記3相電流の最大値を用いて相間短絡の有無を判断しており、その最大値が所定値 β 以下であることをもって条件Bが成立するものとしている。なお、M/G16の発電量の代表値として、3相電流のその最小値や振幅等も用いることができる。例えば、3相電流の振幅が所定値以下であること、あるいは3相電流の最小値が所定値以上であること等によっても、同様の判断を行うことができる。

【0074】こうして本実施形態では通常は、以上の態様で非制御整流モードでの相間短絡の検出を行っている。一方、本実施形態でも第1実施形態と同様に、スイッチング機能の障害発生時には(S110:YES)、M/G16の回転速度に拘わらず、整流モードは非制御整流モードに固定される(S130)。こうして非制御整流モードが選択された場合、本実施形態では、以下のように相間短絡の検出態様を変更する処理を行う(S135)。

【0075】すなわち、本実施形態では、上記障害発生に応じた非制御整流モードの設定時には、障害のない通常の非制御整流モードの設定時に比して、相間短絡の検出感度を低減するようにその検出条件を変更している。具体的には、上記条件Bにおける3相電流の最大値についての相間短絡発生の判断基準となる所定値 β を、より小さな値に変更している。これにより、非制御整流モードの設定領域の変更に伴うM/G16の発電状況の変化に拘わらず、誤検出を回避して相間短絡を好適に検出することができる。

【0076】なお、上記条件Aの成立判断の基準となる所定値 α をより大きな値に変更することによっても、相間短絡の検出感度を低減することはできる。また更に、同図4に併せ示すように、スイッチング機能の障害発生時には、相間短絡の検出を禁止するようにしても良い。

その場合は勿論、相間短絡の検出はできなくなるが、別の部位で同時に障害が発生することは確率的にほぼあり得ず、またスイッチング機能の障害に応じて既に障害への各種の対処処理が実施されていることもあって、余り大きな不都合は生じない。よって、相間短絡が検出不能となることよりも、こうして検出を禁止することで誤検出を確実に回避した方が好都合な場合もある。

【0077】以上説明した各実施形態は、次のように変更しても良い。

・第2実施形態では、相間短絡の検出条件の変更やその検出の禁止によって、スイッチング機能の障害発生時の整流モードの選択態様の変更に伴うM/G16の発電状況の変化に拘わらず、その誤検出を好適に回避している。これを、相間短絡の検出の判断に用いられるパラメータを変更するなど、その検出態様そのものを根本から変更することで、誤検出を回避するようにしても良い。

【0078】・上記実施形態では、整流素子32としてダイオードを、スイッチング素子33としてFETをそれぞれ採用する構成としたが、整流機能又はスイッチング機能を有する任意の素子にそれぞれ変更しても良い。

【0079】・上記実施形態では、磁極センサ34を採用しているが、例えば光学式センサなど、他の形式のセンサ類を用いてM/G16のロータ位置を検知するようにしても良い。

【0080】・また上記実施形態では、パワーモジュール26を全波整流器回路として構成しているが、高位電源ラインHL及び低位電源ラインLLのいずれか一方についてのみ、スイッチング素子33及び整流素子32を介して出力線31に結線した半波整流器回路として構成しても良い。その場合にも、上記実施形態と同様の整流モードの切り替え制御を適用し、同様の効果を得ることができる。

【0081】・上記実施形態では、M/G16を巻線界磁式の交流回転電気機とした構成となっているが、ロータを永久磁石としたPM式の交流回転電気機としてもよい。その場合、非制御整流モードでの発電運転時には、励磁コイルへの印加電圧による発電量の調整を行うことはできないため、他の発電量の調整手段を設けることが望ましい。

【0082】・また上記実施形態では、交流回転電気機を電動機としても作動させるようにしているが、発電機としてのみ機能させるようにしても良い。

・また上記実施形態では、制御整流モードと非制御整流モードとの切り替えをM/G16の回転速度に基づいて切り替えているが、上記実施形態のように、発電運転時のM/G16とクランクシャフト10aとが直接的に連結され、内燃機関10の回転速度からM/G16の回転速度がほぼ一義的に決定される構成であれば、内燃機関10の回転速度をM/G16の回転速度の代用値として同様の整流モードの切替制御を行うことができる。

【0083】・また更にそうした回転速度に基づく整流モードの切り替え態様も任意である。すなわち、各整流モードの使用領域は、上記実施形態の例に限らず、採用される各素子や駆動回路等の特性等に応じて適宜に変更して設定しても良い。

【0084】・また、M/G16の発電電圧や発電電流の実効値等に基づいて整流モードを切り替えるようにしても、発電状態に応じて好適な側の整流モードを選択して発電運転を行うことができる。

【0085】・交流回転電気機の回転位置の検知結果に応じたスイッチング素子のオン/オフ操作の機能に障害が発生したときに制御整流モードを禁止して非制御整流モードを保持する制御を行わず、交流回転電気機の発電状態に応じた両整流モードの切り替えのみを行う構成としても良い。その場合であれ、上記(1)及び(2)記載の効果を得ることができる。

【0086】・また、交流回転電気機の回転位置の検知結果に応じたスイッチング素子のオン/オフ操作の機能に障害が発生していないときには常に制御整流モードでの発電運転を行い、上述のような異常発生時にのみ非制御整流モードでの発電運転を行う構成としても、上記(4)記載の効果を得ることができる。

【0087】・更に、交流回転電気機の回転位置の検知に障害が発生していないときには常に上記制御整流モードでの発電運転を行い、同障害が発生したときには、スイッチング素子の出力線側の電圧と直流電気回路側の電圧との高低関係の変化に基づいて同スイッチング素子のオン/オフ操作することで交流-直流変換を行いつつ発電運転を行うようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の車両の駆動系の構成を示す略図。

【図2】同実施形態のM/G駆動制御系の電氣的構成を示す略図。

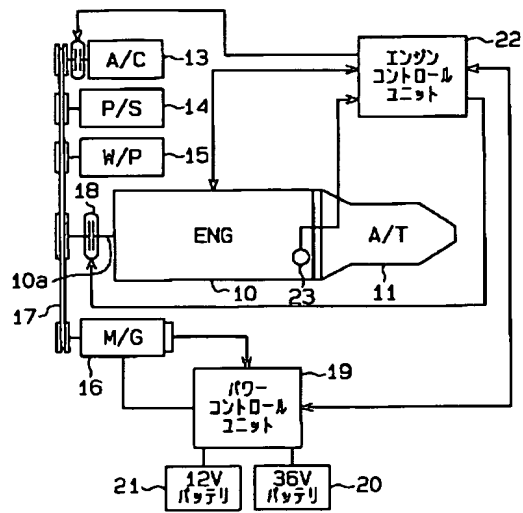
【図3】同実施形態の整流モードの切り替えにかかる処理手順を示すフローチャート。

【図4】第2実施形態の発電制御態様の切り替えにかかる処理手順を示すフローチャート。

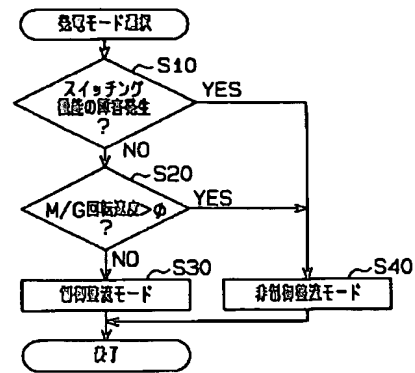
【符号の説明】

10…内燃機関、16…M/G（巻線界磁式交流回転電気機）、17…伝動ベルト、19…パワーコントロールユニット、20…高電圧バッテリー、21…低電圧バッテリー、24…励磁コイル、25…電機子コイル、26…パワーモジュール（整流器回路）、27…パワーモジュール駆動回路（切替制御手段）、28…励磁駆動回路、29…M/Gコントローラ（切替制御手段）、31…出力線、32…整流素子、33…スイッチング素子、34…磁極センサ（位置検出手段）、35…電流センサ、HL…高位電源ライン（直流電気回路）、LL…低位電源ライン（直流電気回路）。

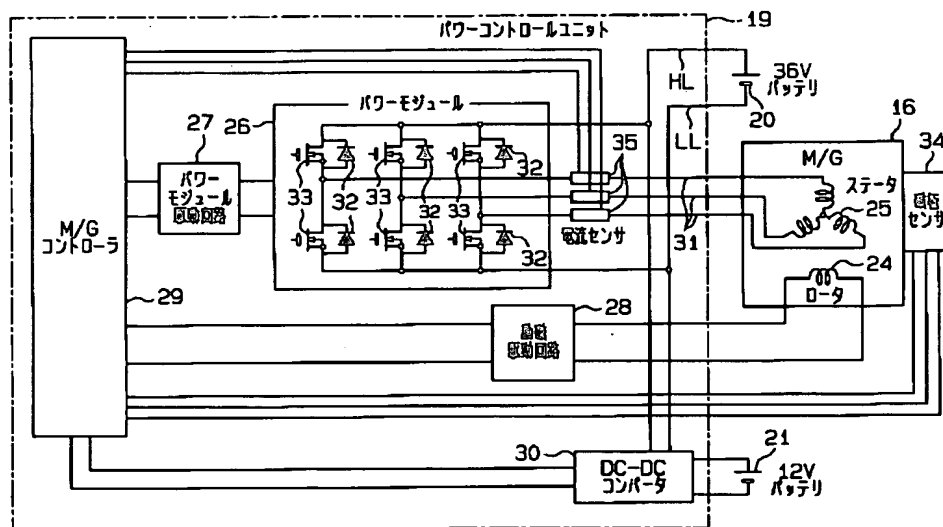
【図1】



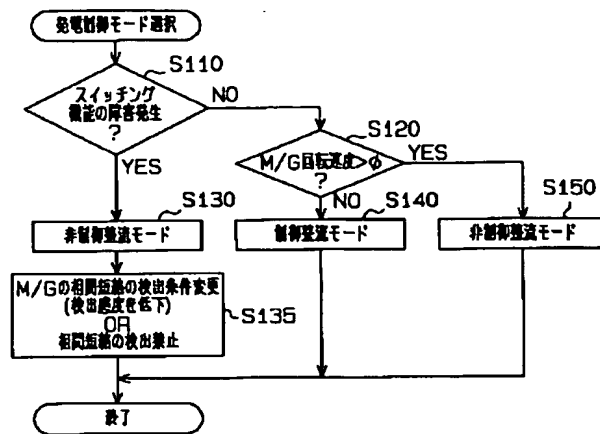
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D037 CA04 CB06 CB07 CB14
 5H590 AA02 CA07 CA23 CC01 CC18
 CD01 CE05 DD23 EA07 EA13
 EB02 FA06 FA08 FB10 FC14
 HA02 HA04 HA11 HB01 HB11
 HB14

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-45789
(P2001-45789A)

(43)公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード(参考)
H 0 2 P 6/18		H 0 2 P 6/02	3 7 1 S 5 H 0 1 9
H 0 2 K 19/10		H 0 2 K 19/10	A 5 H 5 6 0
21/14		21/14	M 5 H 6 1 9
29/00		29/00	Z 5 H 6 2 1
H 0 2 P 6/08		H 0 2 P 6/02	3 7 1 Z
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 19 頁)			

(21)出願番号 特願平11-221036

(22)出願日 平成11年8月4日(1999.8.4)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 大塚 英史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 中谷 政次

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74)代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

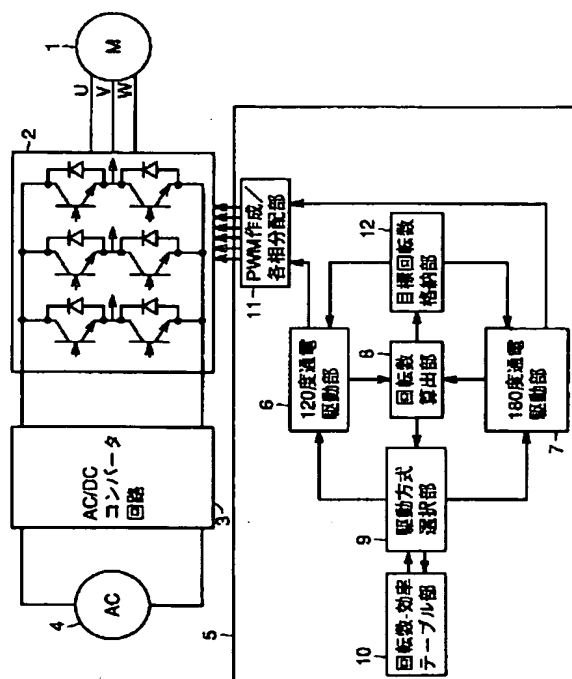
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モータ制御装置

(57)【要約】

【課題】 高効率なモータ駆動を実現することができるモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 磁石が装着されたロータにより構成される同期モータ1に対し、制御部5を配置する。制御部5は、同期モータ1を180度通電駆動する180度通電駆動部7、同期モータを120度通電駆動する120度通電駆動部6、モータ回転数を算出する回転数算出部8、モータの回転数に対する効率を記憶した回転数-効率テーブル部10、現行の回転数と回転数-効率テーブル部10に記憶される情報とに基づき現行の回転数に対し最適な駆動方式を選択する駆動方式選択部9とを備える。これにより、同期モータ1は、現行の回転数に応じて120度通電駆動もしくは180度通電駆動により最高効率の駆動を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同期モータを制御するモータ制御装置であって、

前記同期モータを通電駆動するための複数の通電駆動手段を備え、

前記複数の駆動手段は、

少なくとも、前記同期モータを 180 度通電駆動する 180 度通電駆動手段と、前記同期モータを 120 度通電駆動する 120 度通電駆動手段とを含み、

前記同期モータのモータ効率に応じて、前記複数の駆動手段のうち 1 つを選択する駆動制御手段をさらに備える、モータ制御装置。

【請求項 2】 前記駆動制御手段は、

前記同期モータの状態を検出し、前記検出された同期モータの状態に対して前記モータ効率が所望の効率になるように、前記 120 度通電駆動手段または前記 180 度通電駆動手段のいずれか一方を選択する、請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】 前記駆動制御手段は、

前記同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、

前記 180 度通電駆動および前記 120 度通電駆動のそれぞれについて、前記同期モータに関するモータ回転数とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記算出されたモータ回転数に対して前記所望のモータ効率を達成するように前記選択を実行する選択手段とを含む、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】 前記駆動制御手段は、

前記同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、

前記同期モータのトルクを算出するトルク算出手段と、前記算出されたモータ回転数と前記算出されたトルクとに基づき、前記同期モータのモータ出力を算出するモータ出力算出手段と、

前記 180 度通電駆動および前記 120 度通電駆動のそれぞれについて、前記同期モータに関するモータ出力とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記算出されたモータ出力に対して前記所望のモータ効率を達成するように前記選択を実行する選択手段とを含む、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】 前記同期モータは、

モータコイルを含み、

前記モータコイル端子に流れるモータ電流と前記同期モータに供給される駆動電圧との位相差情報を検出する位相差検出手段と、

所望の位相差情報を格納する格納部と、

前記モータコイル端子に発生する誘起電圧を検出する誘起電圧検出手段とをさらに備え、

前記 180 度通電駆動手段は、

前記検出される位相差情報と前記所望の位相差情報との差に応じて動作が制御され、

前記 120 度通電駆動手段は、

前記検出される誘起電圧に応じて動作が制御される、請求項 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】 前記駆動制御手段は、

所望のモータ回転数を格納し、前記算出されたモータ回転数と前記所望のモータ回転数との差に基づき、前記複数の通電駆動手段のそれぞれにおける前記モータに対する回転速度の設定を調整する手段をさらに備える、請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 7】 前記駆動制御手段は、

外部指令に基づき、対応する通電駆動手段を指定する指令手段をさらに備え、

前記選択手段は、

前記指令手段の制御に基づき、前記 180 度通電駆動手段または前記 120 度通電駆動手段のいずれか一方を選択する、請求項 3 または 4 に記載のモータ制御装置。

【請求項 8】 前記同期モータは、

磁石が装着されたロータにより構成される IPM モータである、請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 9】 同期モータを制御するモータ制御装置であって、

前記同期モータの通電幅を任意に設定する通電幅対応駆動手段と、

前記同期モータのモータ効率に応じて、前記通電対応駆動手段を制御する駆動制御手段とを備える、モータ制御装置。

【請求項 10】 前記駆動制御手段は、

前記同期モータの状態を検出し、前記検出された同期モータの状態に対して前記モータ効率が所望の効率になる通電幅を選択し、

前記通電幅対応駆動手段は、

前記駆動制御手段により選択された通電幅に基づき、前記設定を変更する、請求項 9 に記載のモータ制御装置。

【請求項 11】 前記通電幅対応駆動手段は、

前記設定した通電幅に応じて、前記同期モータの回転数情報を出力し、

前記駆動制御手段は、

前記回転数情報に基づき、前記同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、

前記任意に設定される通電幅のそれぞれについて、前記同期モータに関するモータ回転数とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、

前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記算出されたモータ回転数に対して前記所望のモータ効率を達成するように前記選択を実行する選択手段とを含む、請求項 10 に記載のモータ制御装置。

【請求項 12】 前記通電幅対応駆動手段は、

前記設定した通電幅に応じて、前記同期モータの回転数情報を出力し、

前記駆動制御手段は、

前記同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、

前記同期モータのトルクを算出するトルク算出手段と、前記算出されるモータ回転数と前記算出されるトルクとに基づき、前記同期モータのモータ出力を算出するモータ出力算出手段と、

前記任意に設定される通電幅のそれぞれについて、前記同期モータに関するモータ出力とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、

前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記算出されたモータ出力に対して前記所望のモータ効率を達成するように前記選択を実行する選択手段とを含む、請求項 10 に記載のモータ制御装置。

【請求項 13】 前記駆動制御手段は、所望のモータ回転数を格納し、前記算出されたモータ回転数と前記所望のモータ回転数との誤差に基づき、前記通電幅対応駆動手段での前記設定を調整する手段をさらに備える、請求項 9 または 10 に記載のモータ制御装置。

【請求項 14】 前記駆動制御手段は、外部指令に基づき、対応する通電幅を指定する指令手段をさらに備え、前記選択手段は、前記指令手段の制御に基づき、前記対応する通電幅を選択する、請求項 11 または 12 に記載のモータ制御装置。

【請求項 15】 前記同期モータは、磁石が装着されたロータにより構成される IPM モータである、請求項 9 または 10 に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、モータ制御装置に関し、特に磁石が装着されたロータにより構成されている同期モータを効率的に駆動することが可能なモータ制御装置に関するものである。

$$\begin{aligned} T_t &= T_m + T_r \\ &= P_n \times \psi_a \times i_a \times \cos \beta \\ &\quad + P_n \times 1/2 \times (L_d - L_q) \times i_a^2 \times \sin 2\beta \cdots (1) \end{aligned}$$

なお、式 (1) において、 P_n は極対数、 ψ_a は鎖交磁束、 L_d は d 軸方向のインダクタンスを、 L_q は q 軸方向のインダクタンスを、 i_d は、d 軸方向の電流を、 i_q は q 軸方向の電流を、 β は電流位相を、 i_a は電流ベクトルの大きさをそれぞれ表わしている。

【0009】電流位相 β を変化させた場合のフレミングトルク T_m 、リラクタンストルク T_r および総合トルク T_t の変化を、図 17 を用いて説明する。図 17 に示されるように、フレミングトルク T_m は、電流位相 β が 9

【0002】

【従来の技術】近年、環境問題が社会的話題となり省エネルギー化が重要な関心となっている。特に、モータ分野においては、省エネルギーの観点から、小型・高効率化・高出力のモータが切望されている。

【0003】従来のモータの代表として誘電モータや磁石をロータ表面に装着した SPM (Surface Permanent Magnet) モータ等があり、双方とも生産性に優れている。

【0004】これに対し、従来と異なる構造のモータが開発されている。このうち、効率をさらに高めるために永久磁石をロータ内部に埋込んで、フレミングトルクに加えてリラクタンストルクを利用する IPM (Interior Permanent Magnet) モータが注目されている。

【0005】図 16 は、このような IPM モータの構造の一例を示す図である。図 16 に示される IPM モータは、高透磁率材の鉄芯または積層珪素鋼板で構成されているロータコア 131 の内部に永久磁石 132 を埋込んでロータを構成している。図 16 に示される IPM モータは、4 極モータであって、4 個 (図 16 は、 $\angle 2$ 断面を示している) の永久磁石 132 が円周方向に沿って N 極と S 極とが交互になるように配設されている。

【0006】なお、図 16 において、記号 134 はコイルが巻かれる部分を、記号 135 はステータを、記号 136 はティースを示している。このように構成することにより、永久磁石 132 の中心とロータコア 131 の中心とを結ぶ方向である d 軸方向のインダクタンス L_d と、d 軸に対して電気角で 90 度回転した方向である q 軸方向のインダクタンス L_q とに差が生じ、永久磁石 132 によるフレミングトルク T_m に加えてリラクタンストルク T_r が発生することになる。

【0007】これらの関係については、「リラクタンストルクを要した回転機」(松井信行他、T. EE Japan, Vol. 114-D, No. 9, 1994) において解析がなされている (以下、参考文献 1 と称す)。参考文献 1 によれば、フレミングトルク T_m とリラクタンストルク T_r との関係は、式 (1) を満たす。

【0008】

0 度の時点で最大値を示し、90 度を離れるとともに小さくなり、180 度で 0 となる。これに対し、リラクタンストルク T_r は、電流位相 β が 135 度の時点で最大値を示す。したがって、リラクタンストルク T_r とフレミングトルク T_m とを足し合せた総合トルク T_t は、それぞれのトルク比により変わるが、電流位相 β は 115 度付近で最大値を示す。したがって、リラクタンストルク T_r を有効に利用する IPM モータは、フレミングトルク T_m のみを用いて動作する SPM モータよりも、同

一電流において高トルクの出力が可能となる。

【0010】ところで、モータのトルクの大きさを決定する要因として、モータ駆動制御方法が重要となる。従来の電流駆動方法としては、120度矩形波駆動が一般的である。この120度矩形波駆動方法とは、モータコイルの3相(U, V, W)中の2相に対し電流を通電し、120度ごとに電流をつなぎ合せて直流となるようにインバータを制御する方法である。120度矩形波駆動においては、各々の相についてみれば通電休止期間があり、当該通電休止期間にロータ磁石の回転によりステータコイルに発生する誘起電圧を検出してロータ回転を制御している。上述したリラクタンストルク T_r を利用するIPMモータにおいては、トルクを最大にするために通電タイミングが重要となる。したがって、IPMモータに対しては、120度矩形波駆動を行ない通電休止期間に誘起電圧を検出してロータ位相を算出している。

【0011】これに対し、モータ効率を向上させるモータ駆動制御方法として、通電幅を電気角で180度に設定した180度正弦波駆動方式がある。「ブラシレスDCモータ駆動制御方法およびその装置および電気機器(国際公開番号WO95-27328)」は、永久磁石を内部に埋込んだモータに対し、通電幅を電気角180度に設定し、モータコイルの第1中心点電位と当該コイルに電気的に並列となるグリッジ回路による第2中心点電位との差に基づいて磁極位置を検出する手法を具備している(参考文献2と称す。)

【0012】ここで、参考文献2に記載されているブラシレスDCモータ制御装置について、図18を用いて説明する。図18は、参考文献2に記載されるモータ制御装置の構成を概略的に表わす図である。図18においては、直流電源211の端子間に3対のスイッチングトランジスタ212u、212v、212wをそれぞれ直列接続してインバータを構成し、各対のスイッチングトランジスタ同士の接続線電圧をブラシレスDCモータのY結線された各相の固定子巻線213u、213v、213wにそれぞれ印加している。そして、各対のスイッチングトランジスタ同士の接続点電圧をY結線された抵抗214u、214v、214wにもそれぞれ印加している。さらに、中性点213dの電圧が抵抗215aを介して増幅器215の反転入力端子に供給され、Y結線された抵抗の中性点電圧214dの電圧が増幅器215の非反転入力端子に供給されている。そして、増幅器215の出力端子と反転入力端子との間に抵抗215bを接続することにより、差動増幅器として動作させるようにしている。ここで固定子巻線213u、213v、213wの中性点213dの電圧 E_{n0} は、インバータ出力波形とモータ誘起電圧波形に含まれる3n次調波成分(nは整数)との和になる。一方、接続点電圧がY結線された抵抗214u、214v、214wの中性点214dの電圧は、インバータ出力波形のみで決定される。

したがって中性点213dの電圧 E_{n0} と中性点214dの電圧との差を得ることにより、モータ誘起電圧波形に含まれる3n次調波成分を取出すことができる。以上により、磁極位置センサを用いることなく、モータ誘起電圧波形を検出、すなわちロータ位置を検出することができるため180度駆動方式が実現される。

【0013】また、「電気車用制御装置(特開平10-341594号公報)」では、磁極位置検出器または回転パルス検出器に異常があった場合に、必要に応じて120度駆動方式または180度駆動方式が選択される構成が開示されている(参考文献3と称す)。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】このように、参考文献2による構成では、モータコイル結線の中心点を与える抵抗結線214u、214v、214wには差動増幅器等の外部回路を設けることにより、180度正弦波通電状態でロータ位置検出を可能とする。

【0015】ところが、同期モータにおいて、120度矩形波駆動方式と180度正弦波駆動方式とで効率を比較すると、モータの状態(出力や回転数等)によって180度正弦波駆動方式より120度矩形波駆動方式の方が効率が高くなる場合があり、180度正弦波駆動方式のみで駆動するのは必ずしも効率面から最適とは言えない。

【0016】また、参考文献3は、異常事態、たとえば、磁極位置検出を持たない電気車用制御装置において回転パルス検出手段に異常が生じた場合や、磁極位置検出器を備えた電気車用制御装置において、磁極位置検出器と回転パルス検出手段との双方に異常が生じた場合に対処することを目的として構成されたものであり、効率の観点からは最適な構成とは言えない。

【0017】すなわち、異常が生じた場合に120度駆動方式を行なうのは、電動機を停止させることなく運転を継続するためであり、そのときの制御方法は、磁極位置推定手段によって推定された磁極位置推定位置に基づくものである。したがって、効率面については何ら対処するものではない。

【0018】それゆえ、この発明の目的は、同期モータを効率的に駆動させることが可能なモータ制御装置を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】第1発明に係るモータ制御装置は、同期モータを制御するモータ制御装置であって、同期モータを通電駆動するための複数の通電駆動手段を備え、複数の駆動手段は、少なくとも、同期モータを180度通電駆動する180度通電駆動手段と、同期モータを120度通電駆動する120度通電駆動手段とを含み、同期モータのモータ効率に応じて、複数の駆動手段のうち1つを選択する駆動制御手段をさらに備える。

【0020】したがって、第1発明に係るモータ制御装置によれば、複数の通電駆動手段を備え、これらのうちの1つを選択的に動作させることにより、モータ効率の観点から最適な駆動、より具体的には最高効率で駆動させることが可能となる。

【0021】第2発明に係るモータ制御装置は、第1発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、同期モータの状態を検出し、検出された同期モータの状態に対して前記モータ効率が所望の効率になるように、120度通電駆動手段または180度通電駆動手段のいずれか一方を選択する。

【0022】したがって、第2発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ状態（回転数やモータ出力等）に応じて、180度通電駆動方式または120度通電駆動方式のうち最適な駆動方式を選択することができる。したがって、より具体的には、最高効率で駆動させることが可能となる。

【0023】第3発明に係るモータ制御装置は、第2発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、180度通電駆動および120度通電駆動のそれぞれについて、同期モータに関するモータ回転数とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、記憶手段に記憶される情報に基づき、算出されたモータ回転数に対して所望のモータ効率を達成するように選択を実行する選択手段とを含む。

【0024】したがって、第3発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ回転数に対して最適な駆動方式を選択することができる。

【0025】第4発明に係るモータ制御装置は、第2発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、同期モータのトルクを算出するトルク算出手段と、算出されたモータ回転数と前記算出されたトルクとに基づき、同期モータのモータ出力を算出するモータ出力算出手段と、180度通電駆動および120度通電駆動のそれぞれについて、同期モータに関するモータ出力とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、記憶手段に記憶される情報に基づき、算出されたモータ出力に対して所望のモータ効率を達成するように選択を実行する選択手段とを含む。

【0026】したがって、第4発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ出力に対して最適な駆動方式を選択することができる。

【0027】第5発明に係るモータ制御装置は、第2発明に係るモータ制御装置であって、同期モータは、モータコイルを含み、モータコイル端子に流れるモータ電流と同期モータに供給される駆動電圧との位相差情報を検出する位相差検出手段と、所望の位相差情報を格納する格納部と、モータコイル端子に発生する誘起電圧を検出

する誘起電圧検出手段とをさらに備え、180度通電駆動手段は、検出される位相差情報と所望の位相差情報との差に応じて動作が制御され、120度通電駆動手段は、検出される誘起電圧に応じて動作が制御される。

【0028】したがって、第5発明に係るモータ制御装置によれば、誘起電圧の検出により120度通電駆動を、位相差情報により180度通電駆動を制御することができるため、特別な位置検出器を用いずに、最適な駆動を実現することが可能となる。

【0029】第6発明に係るモータ制御装置は、第1または第2発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、所望のモータ回転数を格納し、算出されたモータ回転数と所望のモータ回転数との差に基づき、複数の通電駆動手段のそれぞれにおける前記モータに対する回転速度の設定を調整する手段をさらに備える。

【0030】したがって、第6発明に係るモータ制御装置によれば、現行の回転数を検出して、設定された目標回転数指令により速度補正するフィードバック制御を行なうことが可能となる。

【0031】第7発明に係るモータ制御装置は、第3または第4発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、外部指令に基づき、対応する通電駆動手段を指定する指令手段をさらに備え、選択手段は、指令手段の制御に基づき、180度通電駆動手段または120度通電駆動手段のいずれか一方を選択する。

【0032】したがって、第7発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ状態に基づき最適な駆動方式を選択する制御と、外部指令により駆動方式を任意に選択することが可能な機能とを有することにより、同期モータを最適な効率で、または任意の駆動方式で駆動させることが可能となる。たとえば、夜間等において騒音低減が必要な場合には、効率に係わず低騒音駆動となる180度通電駆動方式を強制的に選択することで、騒音低減を優先させることが可能となる。

【0033】第8発明に係るモータ制御装置は、第1または第2発明に係るモータ制御装置であって、同期モータは、磁石が装着されたロータにより構成されるIPMモータである。

【0034】したがって、第8発明に係るモータ制御装置によれば、高トルクを発生することが可能なIPMモータを効率面で最適な駆動方式により駆動させることが可能となる。

【0035】第9発明に係るモータ制御装置は、同期モータを制御するモータ制御装置であって、同期モータの通電幅を任意に設定する通電幅対応駆動手段と、同期モータのモータ効率に応じて、通電対応駆動手段を制御する駆動制御手段とを備える。

【0036】したがって、第9発明に係るモータ制御装置によれば、モータ効率の観点から、最適な通電幅、より具体的には最高効率で駆動させることが可能となる。

【0037】第10発明に係るモータ制御装置は、第9発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、同期モータの状態を検出し、検出された同期モータの状態に対してモータ効率が所望の効率になる通電幅を選択し、通電幅対応駆動手段は、駆動制御手段により選択された通電幅に基づき、設定を変更する。

【0038】したがって、第10発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ状態（回転数やモータ出力等）に応じて、最適な通電幅を選択することができる。したがって、より具体的には、最高効率で駆動させることが可能となる。

【0039】第11発明に係るモータ制御装置は、第10発明に係るモータ制御装置であって、通電幅対応駆動手段は、設定した通電幅に応じて、同期モータの回転数情報を出力し、駆動制御手段は、回転数情報に基づき、同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、任意に設定される通電幅のそれぞれについて、同期モータに関するモータ回転数とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、記憶手段に記憶される情報に基づき、算出されたモータ回転数に対して所望のモータ効率を達成するように選択を実行する選択手段とを含む。

【0040】したがって、第11発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ回転数に対して、最適な通電幅を選択することができる。

【0041】第12発明に係るモータ制御装置は、第10発明に係るモータ制御装置であって、通電幅対応駆動手段は、設定した通電幅に応じて、同期モータの回転数情報を出力し、駆動制御手段は、同期モータのモータ回転数を算出するモータ回転数算出手段と、同期モータのトルクを算出するトルク算出手段と、算出されるモータ回転数と前記算出されるトルクとに基づき、同期モータのモータ出力を算出するモータ出力算出手段と、任意に設定される通電幅のそれぞれについて、同期モータに関するモータ出力とモータ効率との対応関係を記憶した記憶手段と、記憶手段に記憶される情報に基づき、算出されたモータ出力に対して所望のモータ効率を達成するように前記選択を実行する選択手段とを含む。

【0042】したがって、第12発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ出力に対して、最適な通電幅を選択することができる。

【0043】第13発明に係るモータ制御装置は、第9または第10発明に係るモータ制御装置であって、駆動制御手段は、所望のモータ回転数を格納し、算出されたモータ回転数と所望のモータ回転数との誤差に基づき、通電幅対応駆動手段での設定を調整する手段をさらに備える。

【0044】したがって、第13発明に係るモータ制御装置によれば、現行の回転数を検出して、設定された目標回転数指令により速度を補正するフィードバック制御

を行なうことが可能となる。

【0045】第14発明に係るモータ制御装置は、第11または第12発明に係るモータ制御装置であって、外部指令に基づき、対応する通電幅を指定する指令手段をさらに備え、選択手段は、指令手段の制御に基づき、対応する通電幅を選択する。

【0046】したがって、第14発明に係るモータ制御装置によれば、現行のモータ状態に基づき最適な駆動方式を選択する制御と、外部指令により駆動方式を任意に選択することが可能な機能とを有することにより、同期モータを最適な効率で、または任意の駆動方式で駆動させることが可能となる。

【0047】第15発明に係るモータ制御装置は、第9または第10発明に係るモータ制御装置であって、同期モータは、磁石が装着されたロータにより構成されるIPMモータである。

【0048】したがって、第15発明に係るモータ制御装置によれば、高トルクを発生することが可能なIPMモータを効率面で最適な駆動方式により駆動させることが可能となる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0050】〔実施の形態1〕本発明の実施の形態1におけるモータ制御装置について、図1を用いて説明する。図1に示すモータ制御装置は、フレミングトルクとリラクタンストルクとを併用して高トルク化を図るIPMモータ（同期モータ1）を駆動するための、インバータ回路2、AC電源4、AC電源4を直流に変換してインバータ回路2に直流電流を供給するAC/DCコンバータ回路3、および制御部5を備える。

【0051】制御部5は、同期モータ1を120度通電駆動するための120度通電駆動部6、同期モータ1を180度通電駆動するための180度通電駆動部7、同期モータ1の回転数を検出または算出する回転数算出部8、回転数算出部8の出力する回転数と後述する回転数-効率テーブルに記憶されている情報とにより最適な効率となる駆動方式を選択する駆動方式選択部9と、同期モータ1の各駆動方式における回転数と効率との対応関係を示すテーブルが予め記憶されている回転数-効率テーブル部10、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7の出力する通電電圧に基づきインバータ回路2の各駆動素子にPWM波形を出力するPWM作成/各相分配部11、および目標とする回転数（目標回転数）を格納する目標回転数格納部12を含む。

【0052】制御部5は、マイクロコンピュータで構成する。この際、上述した各構成要素6～12をソフト的に処理する。これらの処理に関連するプログラム内容

は、工場出荷時にROM (Read Only Memory) 等のメモリに記憶させてもよいし、またフラッシュROM等の交換可能なメモリに記憶したならばプログラム内容を随時、更新・修正等することが可能となる。なお、これに限定されず、制御部5を同様の処理を行なうようハード的に構成してもよい。

【0053】まず、AC電源4から供給されるAC電圧は、AC/DCコンバータ回路3で直流化されてDC電圧となり、インバータ回路2へ印加される。インバータ回路2を構成するIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)、トランジスタ T_r 等の駆動素子のそれぞれは、PWM作成/各相分配部11の出力するPWM波形により所望のデューティでスイッチングされる。これにより、同期モータ1であるIPMモータの各相U、V、Wへ電圧が印加されることによりモータが駆動される。

【0054】120度通電駆動部6によると、モータコイルへの印加電圧が120度期間にわたって通電される。120度通電駆動における通電波形を示したのが図2である。図2において、横軸はコイル通電電気角を、縦軸は電圧をそれぞれ示している。ここで、駆動対象となるモータのステータコイルは、U、V、Wの3相で構成されているとし、記号25U、25V、25Wのそれぞれは、U相、V相、W相の通電電圧波形を示している。

【0055】図2に示されるように、U相に注目すると、120度期間は矩形波通電をしており、残りの60度期間は通電休止期間26Uとなる。これに対し、V相、W相は、U相に対して120度または240度の位相差をもって矩形波通電をしている。V相、W相はそれぞれ、60度期間の通電休止期間26V、26Wを有している。

【0056】図1を参照して、180度通電駆動部7によると、モータコイルへの印加電圧が180度期間にわたって通電される。この180度通電駆動における通電波形を示したのが図3である。図3において、横軸はコイル通電電気角を、縦軸は電圧をそれぞれ示している。駆動対象であるモータのステータコイルは、U相、V相およびW相の3相で構成されているとする。記号31、32、33のそれぞれは、U相、V相、W相の通電電圧波形を示している。

【0057】図3に示されるように、180度通電駆動方式においては、各相は正弦波通電をしており、たとえばU相コイルを基準とすると、他のV相、W相に対する通電波形は、U相に対する通電波形と120度または240度の位相差を有している。

【0058】図1を参照して、回転数算出部8は、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7から同期モータ1の回転数に関する情報を受ける。当該回転数情報は、誘起電圧から算出する方法や、センサ等の回転検

出器を用いる方法、または外部中心点検出回路を用いる方法等が開示されており、いずれの方法を用いてもよい。

【0059】駆動方式選択部9は、回転数算出部8から出力される回転数情報と回転数-効率テーブル部10に記憶されている各駆動方式による回転数と効率との関係を示すテーブルとにより、回転数に応じて最高効率となる駆動方式を選択する。より具体的には、駆動方式選択部9により、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7のいずれか一方が選択される。

【0060】駆動方式選択部9により選択された通電駆動手段(120度通電駆動部6または180度通電駆動部7)は、PWM作成/各相分配部11に電圧データを入力する。PWM作成/各相分配部11は、電圧データにより、PWM信号のデューティを決定し、インバータ回路2に含まれる各駆動素子へPWM信号を分配し、各駆動素子をスイッチングさせる指令信号を出力する。

【0061】目標回転数格納部12は、回転数算出部8から出力される現行のモータの回転数情報と目標回転数とを比較して誤差を算出し、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7に対し適正な回転数となるように(適正な速度となるように)誤差補正データを出力する。

【0062】以上のように構成したモータ制御装置で駆動する同期モータ1について以下に示す実験を行なった。まず実験対象となる2種類のIPMモータ(A)、(B)について、図4および図5を用いて説明する。図4は、実験対象とするIPMモータ(A)のロータ断面図である。図4において、記号a1、a2は、ロータ内部に埋込まれ中心側に凸状となる永久磁石を、a3は、高透磁率材または積層珪素鋼板で構成されたロータをそれぞれ示している。さらに、記号a4は、永久磁石とロータ中心とを結ぶ方向の軸(d軸と称す)、記号a5は、当該d軸より電気角で90度回転した方向の軸(q軸と称す)をそれぞれ示している。

【0063】図5は、実験対象となるIPMモータ(B)のロータ断面図である。図5において記号b1は、ロータ内部に埋め込まれた永久磁石を、記号b2は積層珪素鋼板で構成されたロータをそれぞれ示している。また、記号b3は、永久磁石とロータ中心とを結ぶ方向の軸(d軸)、記号b4は、当該d軸より電気角で90度回転した方向の軸(q軸)をそれぞれ示している。

【0064】IPMモータにおいては、上述した式(1)により、フレミングトルクは鎖交磁束すなわち磁石による磁界強度に比例し、リラクタンストルクはd軸とq軸とのインダクタンスの差に比例する。たとえば、IPMモータ(A)では、磁石a1、a2によりフレミングトルクが発生し、d軸方向のインダクタンス L_d とq軸方向のインダクタンス L_q との差によりリラクタン

ストルクが発生する。

【0065】IPMモータ（A）では、d軸方向の磁束が透磁率が空気とほぼ同じ永久磁石部分を2回通過するため、磁気抵抗が大きくなり、d軸方向のインダクタンス L_d は小さくなる。一方、q軸方向の磁束は、永久磁石間の高透磁率材部を通過するため磁気抵抗が小さくなるため、q軸方向のインダクタンス L_q は大きくなる。したがって、IPMモータ（A）では、インダクタンス L_d と L_q との差が大きくなる。

【0066】一方、IPMモータ（B）では、磁石b1によるフレミングトルクはIPMモータ（A）と同程度であるが、d軸方向とq軸方向との磁気抵抗の差が小さい。したがって、インダクタンス L_d と L_q との差が小さいため、リラクタンストルクはIPMモータ（A）に比べて小さくなる。したがって、IPMモータ（A）、（B）を比較した場合、IPMモータ（A）の方がリラクタンストルクをより利用して動作しているといえる。

【0067】図6は、IPMモータ（A）のモータ出力に対する効率特性を調べた実験結果を示す図である。図6において、Y軸51は、総合効率の無次元比を、X軸50は、モータ回転数と負荷トルクとの積であるモータ出力の無次元比をそれぞれ示している。なお、負荷トルクはほぼ一定であるため、モータ回転数の無次元比をX軸50にとってもよい。ここで、総合効率とは、モータ部分のモータ効率と回路部分の回路効率との積で表わされる効率を意味する。図6において記号52、53は、180度通電駆動時の効率特性、120度通電駆動時の

$$(\text{総合効率}) = (\text{モータ出力}) / ((\text{モータ入力電力}) + (\text{モータ損失} + \text{回路損失})) \dots (2)$$

式（2）におけるモータ損失について説明する。図8は、IPMモータ（A）および（B）のモータ出力に対するモータ効率特性についての実験結果を示す図である。図8において、Y軸71は、120度通電駆動方式と180度通電駆動方式とのモータ効率差の無次元比を、X軸70は、モータ回転数の無次元比をそれぞれ示している。記号72、73は、IPMモータ（A）のモータ効率差特性、IPMモータ（B）のモータ効率差特性をそれぞれ示している。

【0073】図8に示されるように、IPMモータ（A）、（B）において、モータ出力または回転数が低い領域では、120度通電駆動方式に比べ180度通電駆動方式の方が効率が高いが、モータ出力または回転数が上昇するに従い120度通電駆動方式の効率と180度通電駆動方式の効率との差がなくなる。

【0074】モータ損失は、銅損と鉄損と機械損とに分類できる。銅損に対しては、120度通電駆動方式より180度通電駆動方式の方が大きなトルクが発生できるため、同一負荷に対しては180度通電駆動方式の方が消費電流が小さく、180度通電駆動方式の方が有利で

効率特性をそれぞれ示している。

【0068】図6に示されるように、IPMモータ（A）においては、モータ出力または回転数が低い領域では、120度通電駆動方式に比べ180度通電駆動方式の方が効率が高い。ところが、さらにモータ出力または回転数が上昇するに従い、両方式とも効率は上昇するが、その上昇効率は異なり、あるモータ出力または回転数で、120度通電駆動方式の効率と180度通電駆動方式の効率とが逆転する。

【0069】図7は、IPMモータ（B）のモータ出力に対する効率特性を調べた実験結果を示す図である。図7において、Y軸60は、総合効率の無次元比を、X軸61は、モータ回転数の無次元比を表わす。また記号62、63は、180度通電駆動時の効率特性、120度通電駆動時の効率特性をそれぞれ示している。

【0070】図7に示されるように、IPMモータ（B）においても、IPMモータ（A）の場合と同様にモータ出力または回転数が低い領域では、120度通電駆動方式に比べ180度通電駆動方式の方が効率が高い。また、モータ出力または回転数が上昇するに従い、両方式とも効率は上昇するが、その上昇率が異なり、あるモータ出力または回転数で120度通電駆動方式と180度通電駆動方式とで効率は逆転する。

【0071】続いて、120度通電駆動方式と180度通電駆動方式とでの効率について説明を行なう。モータの総合効率は、次式（2）で表わされる。

【0072】

ある。鉄損の1つである渦電流損については、磁束密度、板厚、周波数の二乗に比例し、電気抵抗率に反比例する。したがって、同一モータであれば回転数が大きくなるほど、言い換えれば周波数が大きくなるほど渦電流損は大きくなる。したがって、低速域では、モータ損失は銅損が支配的であるため180度通電駆動方式が優位となるが、高速域では渦電流損が支配的となり、両者の効率の差がなくなる。

【0075】次に、回路損失について説明する。図9は、IPMモータ（A）および（B）のモータ出力に対する回路効率特性についての実験結果を示す図である。図9において、Y軸81は、120度通電駆動方式と180度通電駆動方式との回路効率差の無次元比を、X軸80は、モータ回転数の無次元比をそれぞれ示している。また記号82、83はそれぞれ、IPMモータ（A）のモータ効率差特性、IPMモータ（B）のモータ効率差特性を示している。ここで、回路効率差とは、式（3）を意味する。

【0076】

$$\text{回路効率差} = 180\text{度通電駆動方式の回路効率} - 120\text{度通電駆動方式の回路}$$

効率… (3)

図9に示されるように、IPMモータ(A)、(B)において、モータ出力または回転数が低い領域では、120度通電駆動方式に比べ180度通電駆動方式の方が効率が高いが、モータ出力または回転数が上昇するに従い、120度通電駆動方式の効率と180度通電駆動方式と効率では差がなくなり、両者の関係が逆転するポイントも存在する。

【0077】回路損失は、主に回路の銅損と回路のスイッチング損失(以下、SW損失と記す)とからなるが、回路の損失については、モータ単体の場合と同様な傾向にある。一方、インバータ回路2のトランジスタのSW損失も回転数に比例し大きくなるが、当該SW損失を120度通電駆動方式と180度通電駆動方式とで比較すると、通電期間が多い180度通電駆動方式の方が大きくなる。このため、回路損失も低速域では銅損が支配的なため、180度通電駆動方式の方が回路損失に対し優位にあるが、高速域に達するとSW損失が大きくなり、当該優位性がなくなるばかりか、ある時点で120度通電駆動方式の回路効率と180度通電駆動方式の回路効率とが逆転する場合もある。

【0078】したがって、モータ損失と回路損失とを考慮した総合効率は、低速域では180度通電駆動方式が優位であるが、高速域では120度通電駆動方式が優位となる傾向にある。

【0079】本発明の実施の形態1におけるモータ制御装置においては、このような結果に基づき、対応するモータの各駆動方式におけるモータ回転数と効率との対応関係についてテーブルを作成し、回転数-効率テーブル部10に記憶させておく。次に、同期モータ1が回転を開始した後、回転数算出部8によりセンサ等のいずれかの方法で回転数を検出し、駆動方式選択部9に送出する。ここで、回転数-効率テーブル部10には、各回転数に対する最適な駆動方法の情報が格納されており、駆動方式選択部9において現行速度に対する最適駆動方式が選択される。

【0080】同期モータ1として、上述したIPMモータ(A)を用いた場合について説明する。上述したIPMモータ(A)を用いた場合、たとえば初期の低速領域では180度駆動方式が選択される。

【0081】さらに速度を上げる命令が、図示しないシステムコントローラから目標回転数格納部12に伝達されると、目標回転数格納部12では、検出した回転数と目標回転数とを比較し、誤差信号を出力する。これにより、180度通電駆動部7から適当な電圧データがPWM作成/各相分配部11に伝送され、インバータ回路2を介して同期モータ1に印加される。この結果、回転数が上昇する。

【0082】速度がある程度上昇し、効率が180度通電駆動と120度通電駆動とで逆転する近傍の回転数ま

で到達すると、駆動方式選択部9により、効率が高い120度通電駆動が選択される。

【0083】効率が180度通電駆動と120度通電駆動とで逆転する近傍の回転数(以下、交差回転数 N_c と記す)において制御を行なう必要がある場合、あるいは逆に制御したい回転数において180度通電駆動時の効率と120度通電駆動時の効率とが逆転するモータ特性を有する場合、回転数のわずかな変化によって最大効率が得られる駆動方式が変化することになる。この場合に、180度通電駆動と120度通電駆動とを忠実に切換えようと、駆動方式が頻繁に切換えられることにより制御部(マイコン)が過負荷になるとともに、インバータ回路2、同期モータ1等へのストレスが増加し、寿命短縮の要因となる場合がある。

【0084】したがって、このような現象を回避するために、180度通電駆動と120度通電駆動とを切替える回転数にヒステリシス特性を持たせる手法が挙げられる。たとえば、交差回転数 N_c を超えて低回転数から高回転数に制御する場合には、式(4)とし、交差回転数 N_c を超えて高回転数から低回転数に制御する場合には、式(5)とする。

【0085】

$$\text{切替回転数} = \text{交差回転数 } N_c + \Delta N_1 \quad \cdots (4)$$

$$\text{切替回転数} = \text{交差回転数 } N_c + \Delta N_2 \quad \cdots (5)$$

式(4)、(5)において、 ΔN_1 、 ΔN_2 は、ヒステリシスを示す。このようにして、ヒステリシス ΔN_1 および ΔN_2 を設定することにより、当該ヒステリシス範囲において回転数が変化しても駆動方式を変化させないようにする。これにより、制御部(マイコン)の負荷を低減させるとともに、インバータ回路2、同期モータ1等のハードウェアを酷使することなく、これらのハードウェアの寿命増大および信頼性向上を図ることが可能となる。

【0086】なお、上記ヒステリシス範囲 ΔN_1 および ΔN_2 の値は、回転数の変動値およびそのときの効率の変動値とを考慮して予め決定しておいてもよいし、あるいは制御内容(初期回転数、目標回転数等の情報)に応じて演算により随時算出したものを用いるようにしてもよい。また、ヒステリシス範囲 ΔN_1 と ΔN_2 とは、同じ値であっても、異なった値であってもよい。

【0087】なお、上述した例では、逆転する速度点は1点であったが、複数あっても何ら問題はない。また、ここでは120度通電駆動をPWM(pulse width modulation: パルス幅変調)駆動しているが、PAM(pulse amplitude modulation: パルス振幅変調)駆動等の別の駆動でも高率特性を求めることにより同様の効果が得られる。

【0088】このように、現行のモータの回転数を検出し、目標となる回転数となるように目標回転数指令を発

生して速度補正を行なうフィードバック制御と、現在の回転数情報をもとに最適な駆動方式を選択する選択制御とを行なうことにより、同期モータ1を回転数に応じて最適な（最高効率となる）駆動方式で駆動することが可能となる。

【0089】〔実施の形態2〕本発明の実施の形態2におけるモータ制御について図10を用いて説明する。図4において、制御部5は、120度通電駆動部6、180度通電駆動部7、回転数算出部8、後述するモータ出力算出部14から出力されるモータ出力とモータ出力効率テーブル部20に記憶されるモータ出力と効率との関係を示すテーブルとに基づき、最適な効率となる駆動方式を選択する駆動方式選択部9、同期モータ1の各駆動方式におけるモータ出力と効率との関係を示すテーブルが予め記憶されているモータ出力効率テーブル部20、PWM作成／各相分配部11、目標回転数格納部12、IPMモータである同期モータ1の負荷トルク情報を算出する負荷トルク算出部13、および回転数情報と負荷トルク情報とからモータ出力を算出するモータ出力算出部14を備える。

【0090】制御部5は、マイクロコンピュータで構成する。この際、上述した各構成要素6～20の処理をソフト的に行なう。なお、これに限定されず、同様の処理を行なうよう制御部5をハード的に構成してもよい。

【0091】まず、AC電源から供給されるAC電圧は、AC／DCコンバータ回路3で直流化されてDC電圧となり、インバータ回路2へ印加される。インバータ回路2のIGBT、トランジスタ T_r などの各駆動素子は、制御部5のPWM作成／各相分配部11での制御により所望のデューティでスイッチングされる。同期モータ1の各相は、インバータ回路2を介してDC電圧を受ける。これにより同期モータ1が駆動される。

【0092】負荷トルク算出部13は、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7から負荷トルクに関する情報を受け、負荷トルク情報を出力する。当該負荷トルク情報は、トルク検出器から検出する方法、またはコイル電流とトルクとの関係を予め記憶させ、さらに電流検出器等でコイル負荷電流を検出しトルクを算出する方法等のいずれの方法を用いてもよい。

【0093】モータ出力算出部14は、回転数算出部8の出力する回転数情報と負荷トルク算出部13の出力する負荷トルク情報とからモータ出力を算出する。この算出されたモータ出力と、モータ出力効率テーブル部20に記憶されている情報とにより、現行の回転数に応じて最高効率となる駆動方式が選択される。

【0094】駆動方式選択部9により選択された通電駆動手段（120度通電駆動部6または180度通電駆動部7）は、PWM作成／各相分配部11に電圧データを送出する。PWM作成／各相分配部11は、当該電圧データによりPWM信号のデューティ比を決定するととも

に、インバータ回路2を構成する各駆動素子へPWM信号を分配し、各駆動素子をスイッチングさせる指令信号を出力する。

【0095】なお、目標回転数格納部12は上述したように、回転数算出部8から受ける現在の回転数情報と目標回転数とを比較して誤差を算出し、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7に適正な速度となるように誤差補正データを送る。

【0096】このように、現行の回転数を検出し、設定された目標回転数指令により速度補正するフィードバック制御と、現行の回転数および負荷トルク情報をもとに適切な駆動方式を選択する選択制御とを行なうように制御部を構成（またはアルゴリズムを構成）することにより、同期モータ1を最適な駆動方式で駆動することが可能となる。

【0097】〔実施の形態3〕本発明の実施の形態3におけるモータ制御装置について、図11を用いて説明する。図11に示される制御部5は、120度通電駆動部6、180度通電駆動部7、回転数算出部8、駆動方式選択部9、回転数－効率テーブル部10、PWM作成／各相分配部11、目標回転数格納部12、モータコイル端子U、V、Wの各相の中で特定相に流れるモータ電流を検出して電流位相情報を生成する電流検出部17、電流検出部17の出力する電流位相情報と180度通電駆動部7から出力される電圧位相情報とから位相差情報を検出する電圧／電流位相差検出部15、目標となる位相差（目標位相差）を格納する位相差格納部16、演算器30、およびモータコイル端子U、V、Wの各相に発生する誘起電圧を検出する誘起電圧検出部18を備える。

【0098】制御部5は、マイクロコンピュータで構成する。この際、上述した各構成要素6～18をソフト的に処理する。なお、これに限定されず、同様の処理を行なうようハード的に制御部5構成してもよい。なお、電流検出部17は、コイルとホール素子とで構成されたいわゆる電流センサや、カレントトランス等が挙げられる。

【0099】120度通電駆動部6は、モータコイル4内の印加電圧が120度期間にわたって通電されるために用いる。この際の電流通電波形については、図2で説明したとおりである。120度通電駆動方式においてコイルが通電されない通電休止期間26U、26V、26Wでは、ロータに装着された磁石による誘起電圧を誘起電圧検出部18において検出する。120度通電駆動部6は、この誘起電圧検出部18から出力される情報を得てロータの位相を検出する。

【0100】電圧／電流位相差検出部15では、特定相（図11においては、W相）に流れるモータ電流を検出する電流検出部17から得られる電流位相情報と180度通電駆動部7から出力される電圧位相情報とを基準として、電圧に対する電流の位相差を算出する。

【0101】演算器30は、電圧／電流位相差検出部15の出力する位相差と位相差格納部16に格納される目標位相差との誤差を算出する。

【0102】180度通電駆動部7は、モータコイルへの印加電圧が180度期間にわたって通電されるために用いるものであり、この際の通電波形は図3で説明したとおりである。180度通電駆動部7は、演算器30から、適正な速度となるような誤差補正データを受ける。

【0103】目標回転数格納部12は、回転数算出部8から現行の回転数情報を得た後、目標回転数と比較して誤差を算出し、120度通電駆動部6または180度通電駆動部7に対し適正な速度となるように誤差補正データを送る。

【0104】このように、現行の回転数を検出して、設定された目標回転数指令により速度補正するフィードバック制御と、現行の回転数情報をもとに適正な駆動方式を選択する制御とを行なうように制御部を構成することにより、同期モータ1を最適な駆動方式で駆動することが可能となる。

【0105】さらに、誘起電圧により120度通電駆動部6を、位相差情報により180度通電駆動部7を制御することにより、特別な位置検出器を用いずに、同期モータ1を最適な駆動方式で駆動することができる。

【0106】〔実施の形態4〕本発明の実施の形態4によるモータ制御装置について、図12を用いて説明する。図12に示される制御部5は、通電幅対応駆動部21、回転数算出部8、通電幅選択部19、回転数－効率テーブル部10、PWM作成／各相分配部11および目標回転数格納部12を備える。

【0107】制御部5は、マイクロコンピュータで構成する。この際、上述した各構成要素をソフト的に処理する。なお、これに限定されず、同様の処理を行なうようハード的に制御部5を構成してもよい。

【0108】通電幅対応駆動部21は、ある1相のモータコイルへの印加電圧の期間を120度から180度まで任意に設定する。他の相の供給される駆動電圧波形は、当該ある相に対して、120度または240度の位相差を有する。

【0109】回転数算出部8は、通電幅対応駆動部21から回転数に関する回転数情報に基づき、同期モータ1の回転数を検出または算出する。当該回転数情報は、誘起電圧から算出する方法、またはセンサ等の回転検出器を用いる方法、または外部中心点検出回路を用いる方法等があり、いずれの方法であってもよい。

【0110】回転数－効率テーブル部10は、各通電幅の駆動方式での同期モータ1に関する回転数と効率との対応関係を示すテーブルが予め記憶されている。通電幅選択部19は、回転数算出部8から出力される回転数と回転数－効率テーブル部10に記憶されている回転数と効率との関係を示す情報とにより、現行の回転数に応じ

て最高効率となる通電幅を選択する。

【0111】通電幅選択部19により通電幅が選択されると、通電幅対応駆動部21は、当該選択された通電幅に対応する電圧データをPWM作成／各相分配部11に送出する。PWM作成／各相分配部11は、当該電圧データによりPWM信号のデューティを決定し、インバータ回路2に含まれる各駆動素子へPWM信号を分配し、各駆動素子をスイッチングさせる指令信号を出力する。

【0112】このように、現行の回転数を検出して、設定された目標回転数指令により速度補正を行なうフィードバック制御と、現行の回転数情報をもとに最適な通電幅の駆動方式を選択する選択制御とを行なうように構成することにより、同期モータ1を最適な通電幅の駆動方式で駆動することが可能となる。

【0113】なお、負荷トルク算出部13とモータ出力算出部14とをさらに備え、回転数－効率テーブル部10に代わってモータ出力－効率テーブル部20を配置し、モータ出力部14の出力を、通電幅選択部19に出力するように構成することも可能である。この場合、同期モータ1は、モータ出力に応じて、最適な通電幅で駆動されることになる。

【0114】〔実施の形態5〕本発明の実施の形態5によるモータ制御装置について図13を用いて説明する。図13に示される制御部5は、120度通電駆動部6、180度通電駆動部7、回転数算出部8、駆動方式選択部9、回転数－効率テーブル部10、PWM作成／各相分配部11、目標回転数格納部12、および駆動方式指令部22を備える。

【0115】制御部5は、マイクロコンピュータで構成する。この際、上述した各構成要素をソフト的に処理する。なお、これに限定されず、同様の処理を行なうようハード的に制御部5を構成してもよい。

【0116】駆動方式指令部22は、本発明の実施の形態5に特有のものであり、駆動方式選択部9における動作を制御する。より詳細に説明すると、駆動方式選択部9は、回転数算出部8からの出力に加えて駆動方式指令部22からの割込信号に基づき、120度通電駆動方式と180度通電駆動方式とのいずれか一方を選択する。

【0117】たとえば、騒音低減のために180度通電駆動方式を強制的に実施させる必要がある場合には、現在の駆動方式に関わらず180度通電駆動を行なうことを示す割込信号を駆動方式選択部9に対して出力する。このとき、現在の駆動方式が180度通電駆動方式であれば現状を維持し、120度通電駆動方式である場合には、180度通電駆動方式に切り替わる。

【0118】また、駆動方式指令部22は、上記割込信号により強制駆動を解除するために、割込み解除のための信号を出力する。これにより、駆動方式選択部9は、回転数算出部8の出力に基づき駆動方式を選択することができる。

【0119】このように、現行の回転数を検出して、設定された目標回転数指令により速度を補正するフィードバック制御と、現行の回転数をもとに最適な駆動方式を選択する制御と、外部指令により駆動方式を任意に選択することが可能な機能とを有することにより、同期モータ1を最適な効率で、または任意の駆動方式で駆動させることが可能となる。

【0120】なお、図14は、本発明の実施の形態5によるモータ制御装置の他の構成例を示す図である。図14に示す制御部5は、120度通電駆動部6、180度通電駆動部7、回転数算出部8、駆動方式選択部9、モータ出力-効率テーブル部20、PWM作成/分相配部11、目標回転数格納部12、負荷トルク算出部13、モータ出力算出部14、および駆動方式指令部22を備える。

【0121】図14に示すように構成することにより、設定された目標回転数指令により速度を補正し、現行のモータ出力に応じて最適な駆動方式を選択し、または外部指令により駆動方式を任意に選択することが可能となる。

【0122】なおこれに限らず、図11の構成に対しても、駆動方式選択部9に対して駆動方式指令部22を設けることにより、設定された目標回転数指令により速度を補正し、現行のモータ状態に応じて最適な駆動方式を選択し、または外部指令により駆動方式を任意に選択することが可能となる。

【0123】さらに、図15は、本発明の実施の形態5によるモータ制御装置の他の構成例を示す図である。図15においては、通電幅選択部19に対して駆動指令部23を配置する。駆動指令部23は、外部指令を受けて、対応する通電幅を強制的に設定するための割込信号を出力し、または割込みを解除するための割込解除信号を出力する。これにより、設定された目標回転数指令により速度を補正し、現行のモータ状態に応じて最適な通電幅を選択し、または外部指令により通電幅を任意に選択することが可能となる。

【0124】なお、上述した実施の形態すべてにおいて180度強制駆動の場合を示したが、これに限らず、120度強制駆動の場合であっても同様の手順により駆動方式を強制的に設定することが可能である。

【0125】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0126】

【発明の効果】本発明に係るモータ制御装置によれば、同期モータを180度通電駆動する180度通電駆動手段と、当該同期モータを120度通電駆動する120度

通電駆動手段とを少なくとも含む複数の通電駆動手段を備え、当該同期モータの効率に応じて駆動方式を選択することにより、同期モータを最高効率で駆動することが可能となる。

【0127】また、本発明に係るモータ制御装置によれば、モータ回転数を算出するモータ回転数算出部と、当該モータの回転数に対する効率を記憶した記憶部と、現行のモータ回転数と記憶部に記憶される情報とを比較して駆動方式を選択する駆動方式選択部とを備えることにより、同期モータの回転数に対して最適な駆動方式を選択することが可能となる。これにより全速度（回転数）領域にわたり最高効率でモータ駆動を実現することが可能となる。

【0128】また本発明に係るモータ制御装置によれば、モータ回転数を算出するモータ回転数算出部と、モータのトルクを算出する負荷トルク算出部と、モータ回転数と負荷トルクとによりモータ出力を算出するモータ出力算出部と、当該モータ出力に対する効率を記憶した記憶部と、算出されたモータ出力と記憶部に記憶される情報とに基づき駆動方式を選択する駆動方式選択部とで構成することにより、同期モータのモータ出力に対して最適な駆動方式を選択することが可能となる。これにより、全モータ出力域にわたり最高効率でモータを駆動させることが可能となる。

【0129】また、本発明に係るモータ制御によれば、モータコイル端子に流れるモータ電流を検出する電流検出部と、電流位相情報と電圧位相情報とを比較して位相差情報として検出する電流/電圧位相差検出部と、目標位相差を格納する位相差格納部と、モータコイル端子に発生する誘起電圧を検出する誘起電圧検出部とを備え、位相差の誤差により180度通電駆動部を制御し、検出された誘起電圧により120度通電駆動部を制御することにより、特別な位相検出器を用いず各駆動方式における適切なモータの駆動が実現される。

【0130】また、本発明に係るモータ制御装置によれば、同期モータをモータ回転数またはモータ出力に応じて最高効率となる通電幅で駆動することにより、さらに高効率でモータを駆動することが可能となる。

【0131】また、本発明に係るモータ制御装置によれば、モータの状態によりモータを駆動する駆動方式を選択する駆動方式選択部と、当該駆動方式選択部に対し直接指令可能な駆動方式司令部とを備えることにより、駆動方式を任意に変更することが可能となる。たとえば、夜間等において騒音低減の必要な場合には、効率特性に関わらず低騒音駆動となる180度通電駆動方式を強制的に選択することで、騒音低減を第1に優先させるといったことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係るモータ制御装置の構成を示す図である。

【図2】 120度通電駆動方式について説明するための図である。

【図3】 180度通電駆動方式について説明するための図である。

【図4】 IPMモータ(A)の構造を説明するための断面図である。

【図5】 IPMモータ(B)の構造を説明するための断面図である。

【図6】 IPMモータ(A)のモータ出力に対する効率特性を測定した実験の結果を示す図である。

【図7】 IPMモータ(B)のモータ出力に対する効率特性を測定した実験の結果を示す図である。

【図8】 IPMモータ(A)および(B)のモータ出力に対するモータ効率特性についての実験結果を示す図である。

【図9】 IPMモータ(A)および(B)のモータ出力に対する回路効率特性についての実験結果を示す図である。

【図10】 本発明の実施の形態2によるモータ制御装置の構成を示す図である。

【図11】 本発明の実施の形態3によるモータ制御装置の構成を示す図である。

【図12】 本発明の実施の形態4によるモータ制御装置の構成を示す図である。

【図13】 本発明の実施の形態5によるモータ制御装置の構成を示す図である。

【図14】 本発明の実施の形態5によるモータ制御装置の他の構成例を示す図である。

【図15】 本発明の実施の形態5によるモータ制御装置の他の構成例を示す図である。

【図16】 IPMモータの構造の一例を示す図である。

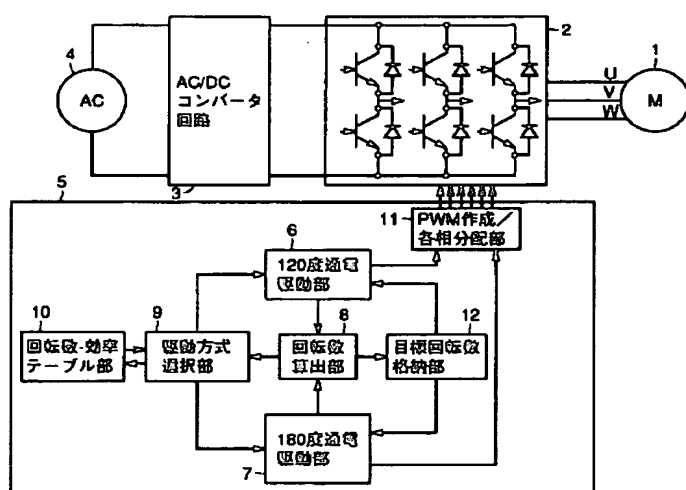
【図17】 IPMモータにおけるトルクの変化を説明するための図である。

【図18】 参考文献2に記載されたモータ制御装置の構成を概略的に表わす図である。

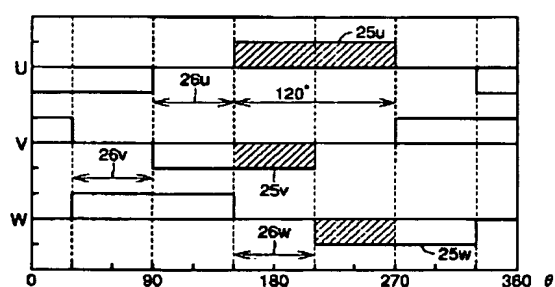
【符号の説明】

1 IPMモータ、2 インバータ回路、3 コンバータ回路、4 AC電源、5 制御部、6 120度通電駆動部、7 180度通電駆動部、8 回転数算出部、9 駆動方式選択部、10 回転数-効率テーブル部、11 PWM作成/各相分配部、12 目標回転数格納部、13 負荷トルク算出部、14 モータ出力算出部、17 電流検出部、18 誘起電圧検出部、19 通電幅選択部、20 モータ出力-効率テーブル部、21 通電幅対応駆動部、22 駆動方式指令部、23 駆動指令部。

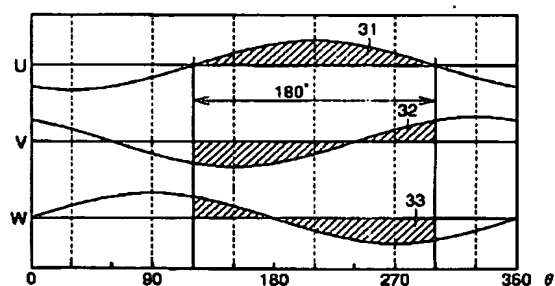
【図1】



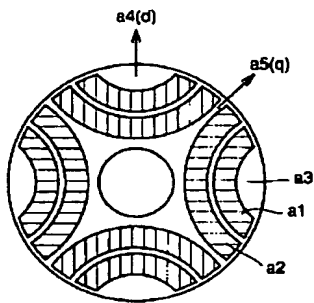
【図2】



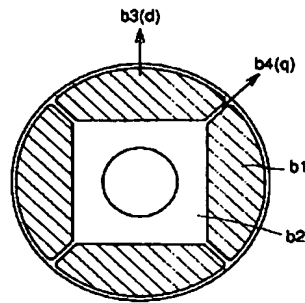
【図3】



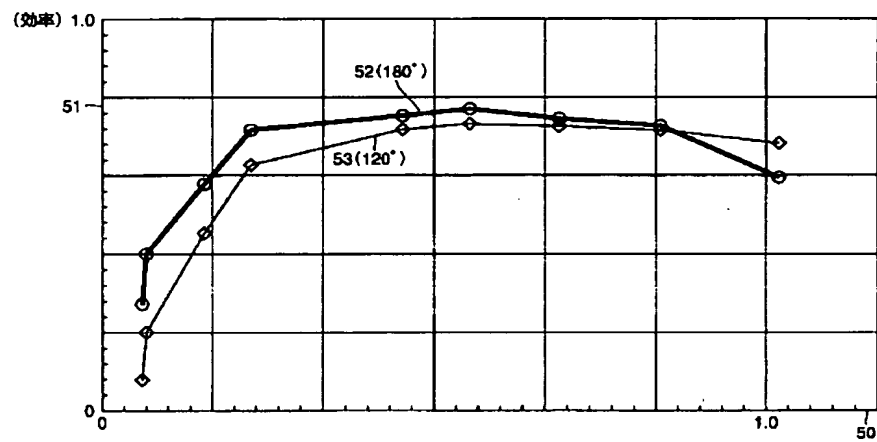
【図4】



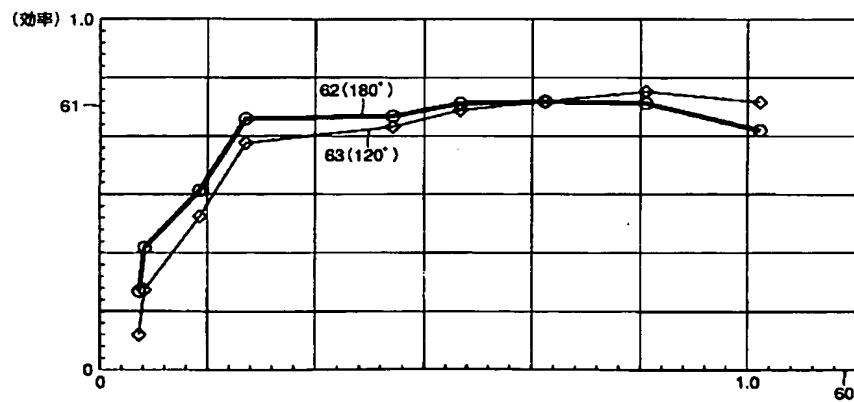
【図5】



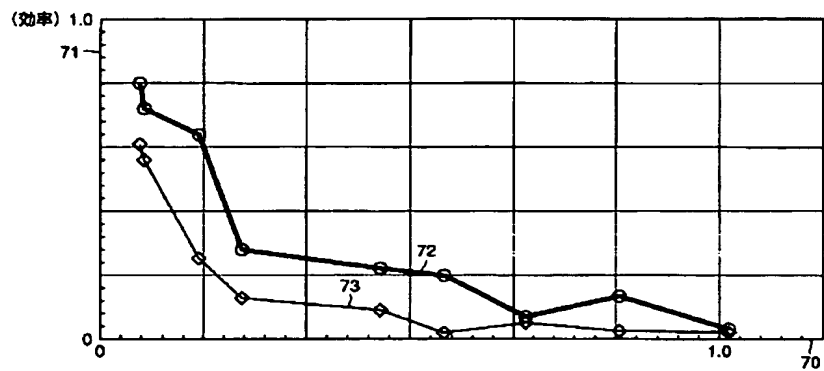
【図6】



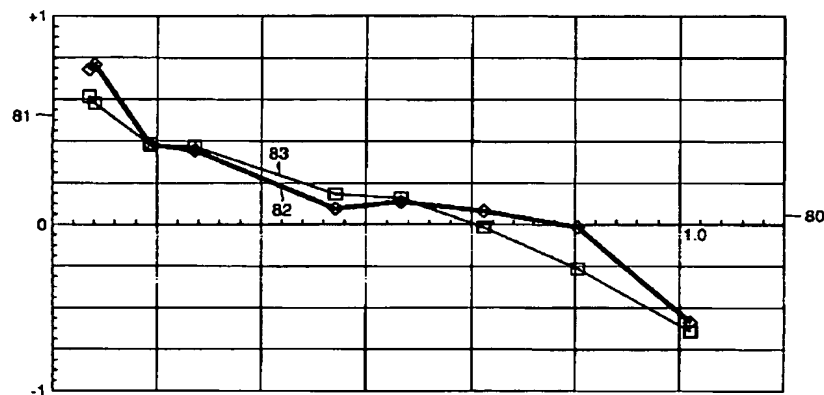
【図7】



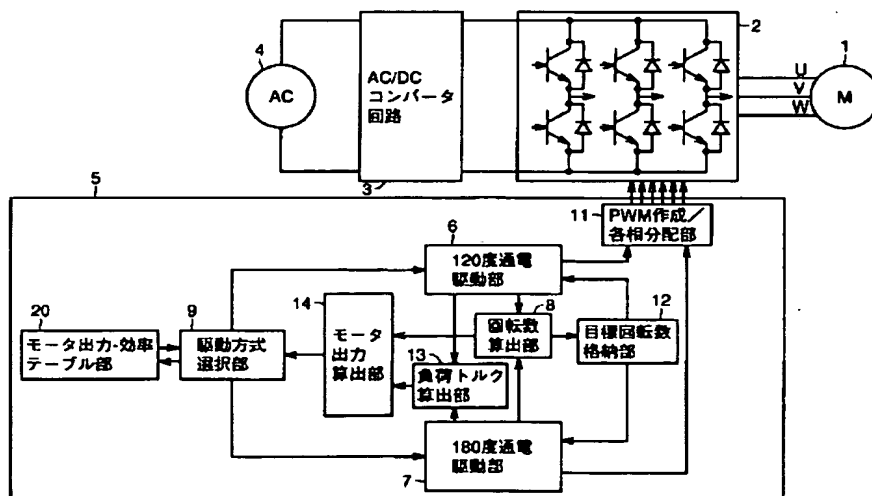
【図8】



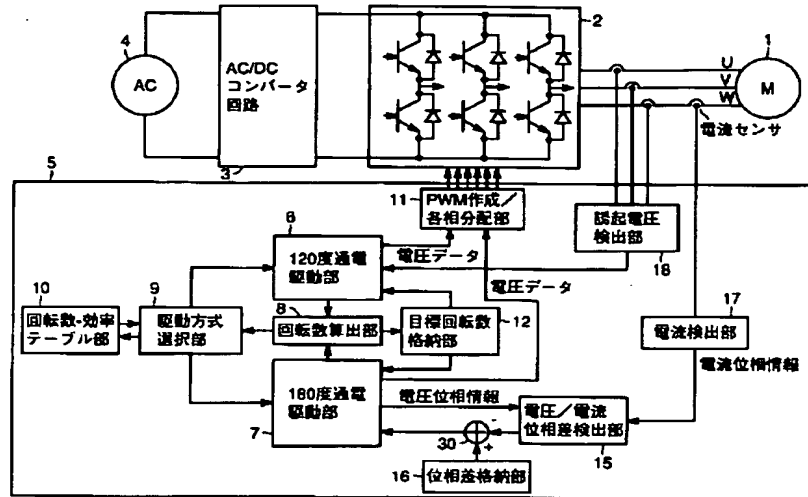
【図9】



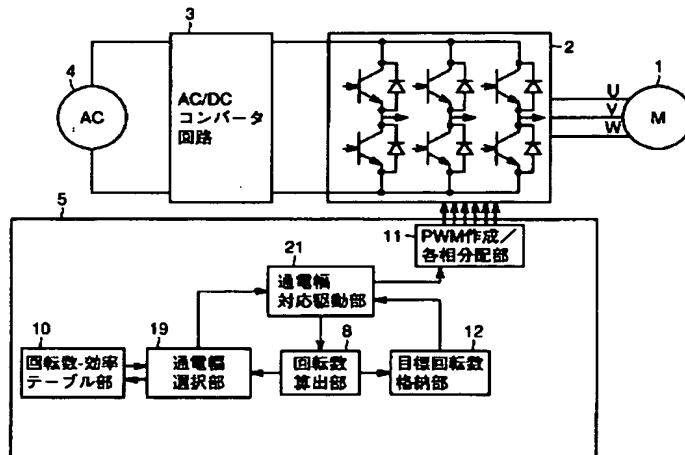
【図10】



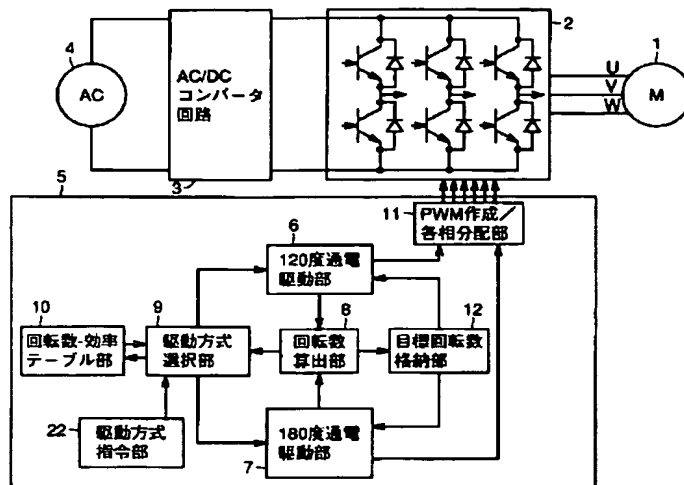
【図11】



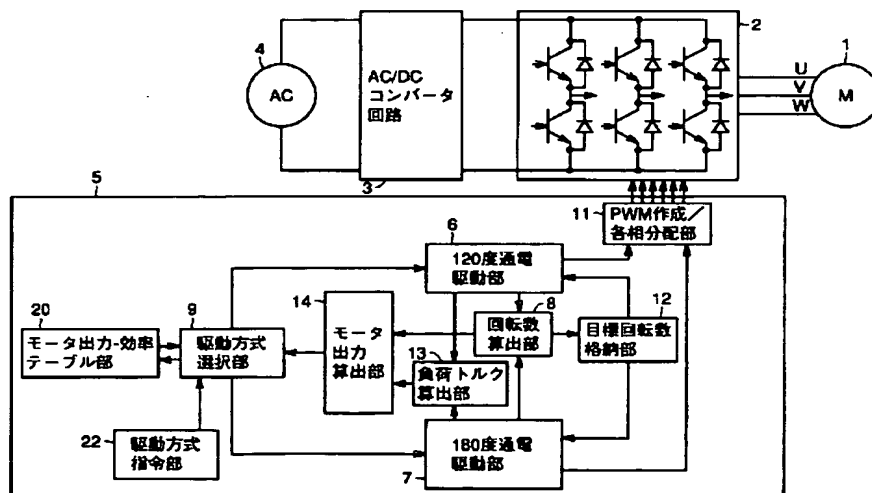
【図12】



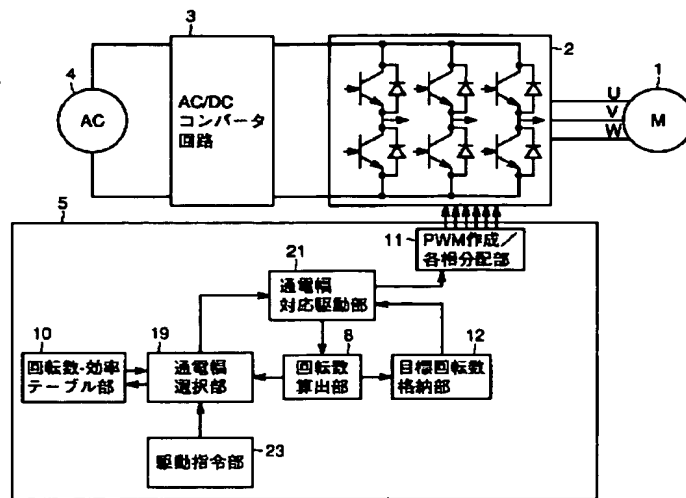
【図13】



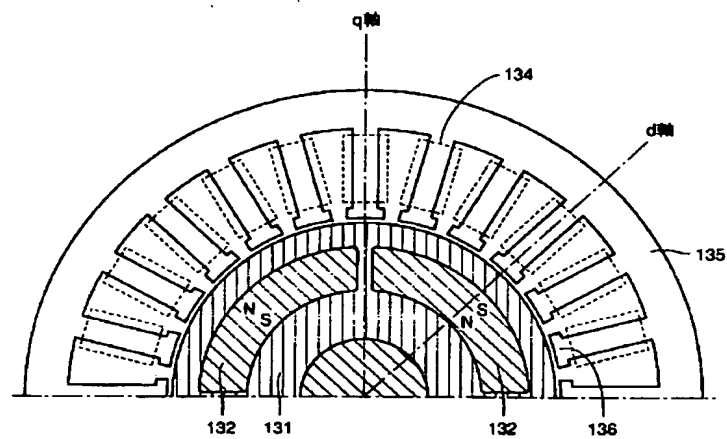
【図14】



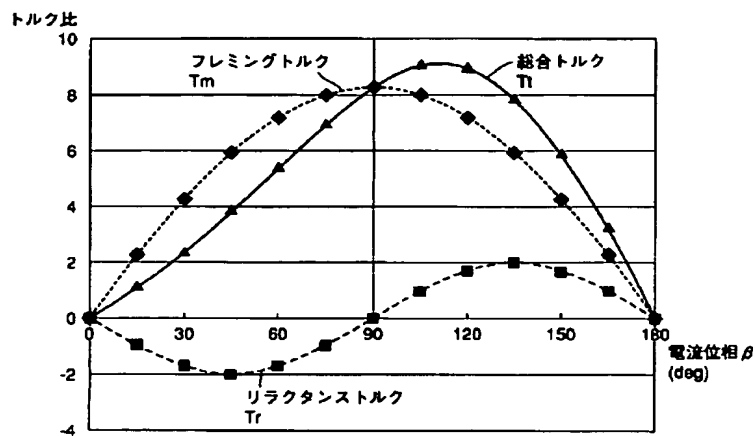
【図15】



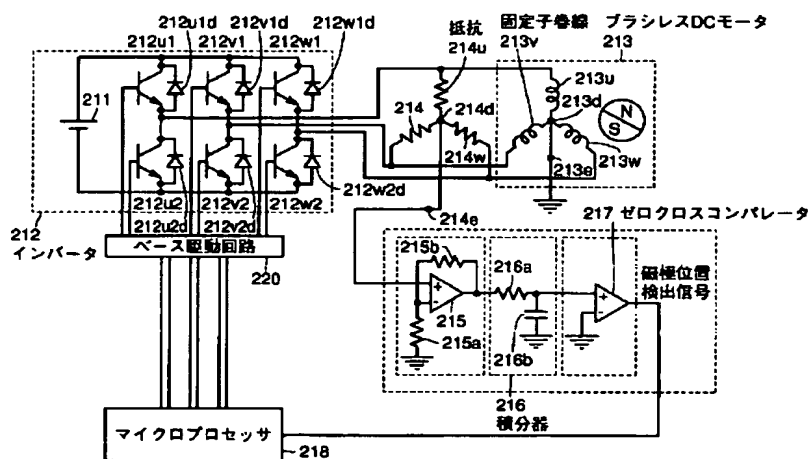
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H019 AA04 BB01 CC03 CC07
 5H560 BB04 BB17 DB12 DC01 DC03
 DC12 EB01 EC07 RR10 SS07
 TT12 TT15 UA06 XA02 XA03
 XA04 XA06 XA12
 5H619 BB01 BB06 BB13 BB15 PP02
 PP05 PP06 PP08
 5H621 BB10 HH01